HERB.

IMPERIAL BUREAU OF MYCOLOGY
5 NOV. 1924

CAB INTERNATIONAL
MYCOLOGICAL INSTITUTE
LIBRARY

IMI \ Books / MAT

Digitized by the Internet Archive
in 2023

https://archive.org/details/unset0000unse_p6z1

RECHERCHES

SUR LE

DÉVELOPPEMENT

DE QUELQUES

MUCÉDINÉES

RECHERCHES

SUR LE DÉVELOPPEMENT

DE QUELQUES MUCÉDINÉES,

PAR

L. MATRUCHOT.

INTRODUCTION.

On a découvert et décrit, depuis la fin du siècle dernier, un nombre incalculable de Champignons filamenteux, poussant d'ordinaire sur des matières en décomposition, et que, pour cette raison, on a désignés du nom général de Mucédinées (*mucedo*, moisissure).

Le groupe des Mucédinées parut d'abord avoir, sans contestation possible, une autonomie propre ; on y rangeait indistinctement toutes les moisissures, à mycélium visible, dont l'organe reproducteur était une spore externe, née directement sur les filaments et appelée *conidie*. Les premiers observateurs, Link, Corda, Desmazières, Léveillé, Preuss, et un grand nombre d'autres, décrivirent ainsi plusieurs milliers de Mucédinées. Le groupe semblait même devoir acquérir, par le nombre et la variété de ses formes, une importance considérable en Mycologie, quand les beaux travaux de Tulasne et de De Bary mirent au jour ce fait inattendu que plusieurs Mucédinées n'étaient que des appareils reproducteurs particuliers d'Ascomycètes, des *formes conidiennes*.

Un doute justifié s'éleva aussitôt dans les esprits sur l'autonomie des Mucédinées; et les recherches poursuivies dans cette voie ayant fourni encore quelques exemples d'un polymorphisme analogue, on se mit peu à peu à considérer toutes les Mucédinées commme des formes conidiennes d'Ascomycètes, et leur nom même disparut de la classification.

La question était cependant loin d'être épuisée. On le vit bien quand, beaucoup plus tard, on reconnut que les Basidiomycètes, eux aussi, pouvaient présenter des formes conidiennes. Dès lors auquel des deux groupes, Ascomycètes ou Basidiomycètes, devait-on rattacher les innombrables formes dont, un peu hâtivement peut-être, on avait fait des Ascomycètes? La réponse était malaisée à donner, et de fait, aujourd'hui encore, le doute subsiste pour la plupart d'entre elles. La démonstration précise de la parenté avec les Ascomycètes n'a été faite que pour un nombre restreint de Mucédinées ; au sujet de beaucoup d'entre elles, on s'est borné à des affirmations sans preuves, qui ne sauraient entraîner la conviction.

La question de savoir si les Mucédinées constituent vraiment un groupe particulier et distinct reste donc encore posée, malgré tout, et ce doit être une des tâches de la Mycologie actuelle de la résoudre[1]. On ne saurait nier en effet l'intérêt considérable qui s'attache à la connaissance complète du développement des Mucédinées. Chaque jour, pour ainsi dire, on signale soit chez les végétaux[2], soit chez les animaux, soit même chez l'homme[3], des maladies parasitaires qui ont pour agent les champignons inférieurs;

1. On désigne souvent les Mucédinées sous le nom d'*Hyphomycètes*. L'appellation est mauvaise et doit être rejetée. Le mot *Hyphomycètes* en effet a été créé par Link, en 1824, pour représenter un groupe d'importance taxinomique égale aux autres, Ascomycètes, Basidiomycètes, etc. Plus tard le mot ne servit plus qu'à désigner un sous-groupe, quelque chose d'équivalent aux Pyrénomycètes ou aux Discomycètes par exemple. Dans l'un et l'autre cas, le mot *Hyphomycètes* a une valeur taxinomique (consacrée d'ailleurs par sa désinence) qui ne correspond pas à la réalité; il doit donc être abandonné et remplacé par l'ancien mot de *Mucédinées*, dont l'expression vague concorde parfaitement avec ce que nous savons actuellement sur ce groupe de Champignons.

2. Plusieurs maladies de la vigne, des arbres fruitiers, etc.

3. L'*Actinomycose* du bœuf, qui peut se transmettre à l'homme; certaines maladies du cuir chevelu, le *Muguet* des enfants, etc.

il est de toute nécessité, si l'on veut combattre ces redoutables parasites, d'en bien connaître l'histoire morphologique et physiologique.

Au point de vue botanique, il se pose, relativement aux Mucédinées, un certain nombre de problèmes, les uns spéciaux à ce groupe, les autres plus étendus et se reliant par divers côtés à la biologie générale. Parmi les premiers, on peut citer, par exemple, le problème de la parenté des Mucédinées entre elles et avec les autres Champignons; dans la seconde catégorie viennent se ranger toutes les questions relatives à l'influence des conditions de milieu sur la nature et le développement des diverses formes reproductrices. J'ai cherché, en mettant à profit l'observation et l'expérimentation, à apporter un appoint à cette double série d'études.

*
* *

Dans l'état actuel de la Mycologie, il est nécessaire, pour faire œuvre utile, d'envisager à la fois la *variabilité des formes caractéristiques* et la *coexistence possible*, dans une même plante, *de divers appareils reproducteurs*. Chez les Mucédinées, la notion de l'espèce représentée par un type unique doit irrévocablement disparaître : l'espèce ne pourra être définie d'une façon précise que lorsqu'on se sera enquis de toutes les formes possibles que peut revêtir une plante déterminée.

C'est à l'observation patiente des formes naturelles, d'une part, et d'autre part à une expérimentation intelligente et sûre, que nous devons demander les éléments d'une pareille enquête. L'un et l'autre de ces deux modes de recherches ont leur utilité : le premier a depuis longtemps fait ses preuves; mais l'expérimentation est destinée à fournir des résultats que l'observation seule serait impuissante à produire. Certes il serait puéril de nier l'importance des découvertes dues aux remarquables investigations de Tulasne; tout ce que peut donner l'observation attentive et patiemment poursuivie, il l'a obtenu; et d'ailleurs la valeur de

son œuvre se mesure à l'essor qu'a pris à sa suite la science mycologique. Mais il faut dire aussi qu'il s'est parfois laissé tromper par de fausses apparences; sur le *Nyctalis* en particulier, pour citer un exemple, il a commis une erreur grave que de récents travaux, accompagnés d'expériences précises faites sur des cultures pures, ont seuls permis de rectifier.

L'expérimentation est donc destinée à jouer, dans l'étude des Mucédinées, un rôle important. Elle est d'un secours inestimable dans toutes les questions de polymorphisme, et elle apporte avec elle une certitude que, dans bien des cas, l'observation directe ne saurait donner.

L'heure est d'ailleurs propice à ce mode de recherches : depuis une quinzaine d'années, la technique bactériologique a fait de grands progrès; les méthodes d'isolement des germes et les procédés de culture pure dans divers milieux ont atteint un tel degré de perfection et conduisent à des résultats si certains que la Mycologie a tout à gagner en empruntant à l'étude des Bactéries ses méthodes d'investigation.

I. — L'un des problèmes qui, à l'heure actuelle, s'imposent le plus expressément aux études mycologiques, c'est la revision des innombrables espèces décrites depuis un siècle par les auteurs, formes pour la plupart insuffisamment définies et dont le nombre va croissant tous les jours.

Une diagnose courte, vague et non accompagnée de figures, comme la donnaient les premiers observateurs, n'est presque d'aucune utilité pour les mycologues; et le jour n'est sans doute pas éloigné où l'on devra résolument n'en pas tenir compte.

Quant aux formes déjà suffisamment décrites et bien connues, le problème qui se pose à leur égard est un problème de revision systématique et de simplification. Dans cet ordre d'idées, les cultures pures sur milieux nutritifs variés rendront les plus grands services.

Ainsi que je le montre, dans la suite de ce travail, pour un

certain nombre d'espèces, il arrive souvent que, par la culture d'une forme donnée, on obtient des formes dérivées qui en diffèrent profondément, qui peuvent même appartenir à plusieurs genres différents de Mucédinées. Dans ce cas ces rapports nouveaux, établis entre des espèces parfois lointaines, permettent d'en ranger un certain nombre dans la série de formes appartenant à une seule et même espèce, mieux définie et mieux comprise qu'auparavant.

Si la forme dérivée, obtenue par culture, n'a jamais été décrite, c'est encore malgré tout une contribution notable apportée à l'étude de l'espèce considérée; de plus, la connaissance précise de ses divers caractères pourra, à un moment donné, acquérir toute son importance, si la forme en question vient à être observée isolément, dans des conditions différentes.

Il y a donc là tout un travail de vérification et de synthèse, qui demandera sans doute de longues années pour s'édifier, mais qui, en ramenant les innombrables formes de Mucédinées à un chiffre beaucoup moindre de types mieux définis, aura pour effet de jeter un peu de lumière sur ce groupe intéressant, mais encore mal connu, des Champignons inférieurs.

II. — Le rattachement des Mucédinées à divers groupes de Champignons a déjà fait l'objet d'un grand nombre de travaux. Les premiers d'entre eux montrèrent, comme je l'ai dit plus haut, que plusieurs Mucédinées ne sont que des états conidiens d'Ascomycètes. Plus récemment, on a établi que certaines d'entre elles se rattachaient au contraire aux Basidiomycètes. Quelques espèces même (*Sepedonium*, etc.) ont été rapportées aux Oomycètes.

Deux méthodes ont été généralement suivies pour établir l'existence de ces parentés.

Dans le cas d'un Ascomycète, par exemple, la première méthode consiste à faire des cultures en partant de l'ascospore; celle-ci germe en donnant un mycélium sur lequel se développe la forme

conidienne, bien entendu si, dans ces conditions, la plante en comporte. Si la culture a été faite à l'abri de tout germe étranger, ou s'il est possible, même dans le cas d'une culture impure, d'établir une relation de continuité entre l'ascospore et la conidie, la parenté se trouve établie.

Une deuxième méthode procède en sens contraire : on part de la forme conidienne et l'on cherche à réaliser les conditions de passage à la forme ascophore.

Des deux méthodes, c'est la première qui a fourni les résultats les plus nombreux; le passage de la forme parfaite à la forme conidienne, pour certains Ascomycètes du moins, est en effet assez facile.

Il n'en est pas de même en général pour le retour de la forme imparfaite à la forme ascophore; la formation des périthèces exige un concours de circonstances rarement réalisé, tenant à la nature du milieu nutritif, à la température, à l'éclairement, au degré d'humidité, etc. Aussi le nombre est-il extrêmement restreint des Mucédinées dont on a pu faire naître la forme parfaite en prenant pour point de départ la conidie; les exemples authentiquement constatés sont rares.

L'application simultanée des deux méthodes précédentes n'a pas résolu complètement — tant s'en faut — la question de l'autonomie des Mucédinées.

Il s'est trouvé, en premier lieu, que les semis faits en partant de la forme parfaite ont donné le plus souvent naissance à des formes conidiennes nouvelles, ou du moins assez différentes des Mucédinées connues pour qu'on ne puisse songer à les y assimiler. Les travaux de Brefeld, sur les *Exidia*, les *Pilacre* et plusieurs Ascomycètes, sont dans ce cas. Ces expériences, toutes remarquables qu'elles soient, n'ont pas diminué d'une unité le nombre de ces formes inférieures qu'on ne sait à quoi rattacher. D'autres fois (et c'est le cas de M. Vuillemin dans son étude sur l'*Aleuria astigma*) la forme conidienne obtenue se trouvait bien être identique à une Mucédinée déjà décrite, un *Œdocephalum*, mais l'auteur négligeait de signaler ce rapport.

Quant à la seconde méthode, les résultats qu'elle a pu fournir

sont très peu nombreux; joints à ceux qui nous viennent de la première, ils donneraient à peine une douzaine de cas certains où la parenté avec les Champignons supérieurs est établie. C'est, on l'avouera, un chiffre assez faible à mettre en regard des milliers de formes sur lesquelles on ne sait rien.

Il m'a paru qu'une troisième méthode pouvait conduire, quoique indirectement, au même résultat, ou donner tout au moins des indications dans cette voie. Elle consiste à rechercher la parenté des Mucédinées entre elles. Si, dans la série de formes dérivées, issues d'un même type, l'une d'elles se trouve avoir été déjà décrite et rattachée avec certitude à un groupe quelconque d'Ascomycètes par exemple, il est permis de supposer que la forme primitive se rattache, elle aussi, à ce même groupe d'Ascomycètes [1].

A vrai dire, une cause d'incertitude assez grande peut intervenir. Il se peut que la forme dérivée ne soit pas identique à l'espèce dont on connaît sûrement la forme parfaite : bien que rangée dans le même genre, par exemple, avec des différences spécifiques peu marquées, il se peut que les deux formes n'aient entre elles aucune parenté et ne soient en réalité que deux formes convergentes venues de types éloignés. Mais c'est là en somme un cas assez spécial, qu'on ne saurait invoquer pour combattre et proscrire *a priori* la méthode employée : dans l'ignorance absolue où nous sommes, pour certaines Mucédinées, d'une parenté quelconque avec les Champignons supérieurs, la moindre indication dans ce sens doit être notée : à plus forte raison, je pense, doit-on accueillir une hypothèse qui, sauf des cas exceptionnels, a pour elle tous les caractères de la vraisemblance.

On peut se demander si, à l'aide de l'une ou l'autre de ces méthodes, on parviendra un jour à relier toutes les Mucédinées aux divers groupes de Champignons supérieurs. La chose est possible : il n'est pas démontré qu'elle soit certaine. Il a pu arriver

1. C'est ce que j'ai fait, dans la suite de ce travail, pour un *Helicosporium* et deux formes de *Gonatobotrys*.

en effet que diverses Mucédinées aient, à la suite d'une longue série de générations uniquement conidiennes, perdu la faculté de passage à la forme parfaite, faculté qu'elles auraient eue à une certaine époque antérieure. Elles se seraient ainsi fixées à l'état conidien, sans possibilité de retour à l'autre forme. Il se peut encore que beaucoup de Mucédinées n'aient jamais eu de forme reproductrice se rattachant aux autres groupes. Dans l'un ou l'autre cas, le groupe des Mucédinées aurait ainsi son autonomie et devrait prendre place dans la classification.

Mais ce n'est là qu'une hypothèse, appuyée uniquement sur des preuves négatives; toute preuve positive, toute observation précise reliant une Mucédinée à une forme supérieure de Champignons, rétrécira de plus en plus le champ que l'on peut encore, que l'on doit même accorder à cette hypothèse.

***

Quant à l'étude de la variabilité des formes reproductrices sous l'influence du milieu, c'est un problème d'une complexité redoutable si l'on veut essayer d'en donner une solution précise. Ma tâche a été plus modeste. Ayant à étudier un certain nombre de types divers, je me suis borné à faire la morphologie et le développement de chacun d'eux dans des conditions variées, chaque fois bien définies. J'ai indiqué aussi, chemin faisant, un certain nombre de résultats physiologiques qui m'ont paru avoir un réel intérêt. Les observations que j'ai faites sur cette matière pourront, dans une certaine mesure, être utilisées plus tard, si l'on vient à faire une étude approfondie de l'influence du milieu ambiant sur le développement d'une de ces Mucédinées; une telle étude purement physiologique ne rentrait pas dans le cadre que je m'étais tracé.

Technique.

La méthode d'expérimentation suivie dans tout ce travail repose principalement sur la *culture pure en milieu stérile*.

La technique qu'on doit suivre, dans la préparation et le maniement de ces milieux de culture, est la même que pour les études bactériologiques. Pour tout ce qui concerne la stérilisation de la verrerie, la préparation des milieux nutritifs stériles, le mode d'ensemencement des cultures, etc., je renvoie donc le lecteur aux traités spéciaux[1]. Je n'ajouterai que quelques mots se rapportant plus spécialement à la culture des Champignons inférieurs.

Milieux de culture. — On peut distinguer, d'une manière générale, deux sortes de milieux de culture : les milieux *solides* et les milieux *liquides*. Ceux-ci ont, sur la plupart de ceux-là, le grand avantage d'être transparents et de se prêter par suite à l'observation microscopique directe : cet examen des choses *en place* est le plus souvent une ressource extrêmement précieuse. Mais, d'une part, les milieux solides conviennent mieux d'ordinaire au développement des Champignons, et d'autre part l'aspect des cultures sur milieux solides est plus normal, se rapproche davantage des formes observées à l'état naturel. On devra donc, suivant les cas, s'adresser soit à l'une, soit à l'autre des deux sortes de milieux de culture.

Il est bon, en général, d'aciduler légèrement les milieux nutritifs destinés à la culture des Mucédinées ; elles s'y développent mieux que sur les milieux neutres ou basiques.

Les milieux liquides que j'ai le plus souvent employés sont : des jus sucrés acides (jus d'orange, de carotte, de navet, etc.), des infusions de bois ou de feuilles, de l'urine alcaline, etc.

Les milieux solides les plus favorables sont : des tranches de

1. Consulter à ce sujet l'un quelconque des *Traités de Bactériologie* publiés récemment.

pomme de terre (acidulées ou non), de carotte, de navet, de betterave, etc. ; du crottin de cheval, des fumiers divers, du bois, des feuilles, etc., et, enfin des bouillons gélatinés ou gélosés. Ces derniers milieux ont le sérieux avantage d'être transparents comme les milieux liquides.

Appareils de culture. — Pour les milieux solides, l'appareil de culture le plus commode est le tube *Roux*. C'est un tube à essais, étranglé vers la partie inférieure. Dans le haut du tube on loge une tranche de carotte par exemple, et on maintient l'atmosphère saturée de vapeur d'eau par un peu de liquide contenu dans l'ampoule inférieure.

Dans les cultures en grand, sur crottin par exemple, on peut utiliser des assiettes ordinaires, flambées au bec Bunsen, recouvertes d'un disque de verre également flambé ; mais la sécurité de la culture n'est pas garantie comme dans le cas précédent.

Pour les milieux liquides, on peut employer aussi des tubes à essais, fermés par un tampon d'ouate.

Il vaut mieux, pour l'observation microscopique directe, avoir recours soit à des boîtes de verre plates conformes au type qu'en a donné M. Costantin[1], soit aux *cellules* de culture qu'employaient MM. Van Tieghem et Lemonnier dans leurs recherches sur les Mucorinées.

Isolement et culture d'une espèce donnée. — Il est souvent assez difficile d'isoler une espèce déterminée, qu'on rencontre mêlée généralement à d'autres moisissures et à une foule de bactéries.

La méthode d'isolement par *plaques* (méthode de Koch), si usitée en bactériologie, est ici d'un secours médiocre. Elle consiste, comme on sait, à répartir aussi uniformément que possible les germes qu'on veut isoler, dans une masse de gélatine nutritive qu'on étale ensuite à la surface d'une plaque de verre. Chaque germe, séparé ainsi du voisin, donne naissance soit à une *colonie* (bactéries), soit à un *mycélium* (moisissures), sur lesquels

1. Costantin. *Recherches sur un Diplocladium.* (Bull. de la Soc. bot., 1888, p. 292.)

on peut, à un moment donné, faire une prise de semence pure.

Pour les Mucédinées, la méthode ne donne pas de bons résultats. On ne peut songer en effet à transporter le champignon sur un autre milieu que lorsqu'il a fructifié et qu'on peut atteindre ses spores. Or, à ce stade, les bactéries et les autres moisissures ont généralement envahi la plaque, liquéfié plus ou moins la gélatine, et le bénéfice de la méthode est entièrement perdu.

Le procédé le plus pratique consiste à semer en *strie longitudinale*, sur une tranche de pomme de terre, par exemple; les germes portés par le fil de platine qui sert à l'ensemencement s'étagent le long de la strie, et les colonies auxquelles ils donnent naissance sont plus ou moins séparées l'une de l'autre. En un point favorable de cette première culture, on puise une nouvelle semence, on fait un second semis en *strie*, et ainsi de suite. On peut ainsi, avec un peu d'habitude, obtenir, au bout d'un petit nombre de cultures, la plante parfaitement isolée et pure.

Dans la purification des cultures par semis successifs, il est bon d'aciduler légèrement le milieu nutritif employé : les bactéries prospèrent mal en milieu acide et l'on s'en débarrasse alors plus promptement.

Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de l'École normale supérieure, sous la direction de M. J. Costantin, Maître de conférences, dont les précieux conseils m'ont guidé dans toute cette étude.

CHAPITRE I

Helicosporium lumbricoides.

(Planches I et II)

J'ai trouvé la Mucédinée qui fait l'objet de cette étude sur un morceau d'écorce de chêne abandonné depuis plusieurs semaines dans une assiette humide. Elle se présentait à l'œil nu comme une masse floconneuse blanc grisâtre, étalée à la surface du support, où elle formait une tache de plusieurs centimètres carrés de superficie. Un rapide examen microscopique me suffit pour reconnaître un *Helicosporium* : les spores spiralées incolores constituent, en effet, un caractère générique décisif qui n'appartient qu'aux *Helicomyces* et aux *Helicosporium* ; de plus, ceux-ci ont des hyphes noirâtres, tandis que les *Helicomyces* sont entièrement transparents.

En continuant l'examen de cet *Helicosporium* sur son support naturel, je découvris au bout d'une dizaine de jours, dans les régions vieillies et fanées, des sortes de sclérotes noirs, sphériques, assez volumineux pour être facilement aperçus à la loupe, et qui se montrèrent reliés au mycélium par de courts pédicelles. Bien que la caducité précoce des spores spiralées rendît quelque peu difficile la constatation du polymorphisme, c'est-à-dire la découverte sur un même filament des deux formes reproductrices, je fus assez heureux pour l'observer nettement à plusieurs reprises.

Désireux alors d'étudier le fait plus en détail, et avec l'idée préconçue que ces sortes de sclérotes étaient peut-être des débuts de périthèce, j'entrepris la culture de l'*Helicosporium*, d'abord sur le milieu où je l'avais trouvé, l'écorce de chêne, puis sur une foule d'autres, solides ou liquides. Les essais réussirent parfaitement et j'eus bientôt de nombreuses cultures. Je fus conduit de la sorte à observer un polymorphisme tout différent de celui que je cherchais; sous mes yeux, pour ainsi dire, certaines cultures d'*Helicosporium* donnèrent un *Stemphylium*, genre voisin des *Macrosporium* et des *Alternaria*, sans aucune ressemblance par conséquent avec la plante qui avait servi de point de départ. Ce polymorphisme singulier et tout à fait inattendu me parut offrir un grand intérêt; j'entrepris alors l'étude attentive de l'*Helicosporium* et de ses diverses formes reproductrices, étude dont je vais exposer ici les principaux résultats.

I. — HISTORIQUE.

Le genre *Helicosporium* a été créé en 1817 par Nees von Esenbeck[1] pour une Mucédinée (*H. vegetum*) observée par lui sur du bois mort. Depuis lors, un grand nombre d'observateurs ont décrit des formes nouvelles de ce genre. Actuellement on en compte 26 espèces, vivant presque toutes sur le vieux bois en décomposition.

La diagnose du genre, quelque peu modifiée et complétée depuis Nees, est la suivante : (Saccardo, *Sylloge Fung.* IV, p. 557) « Hyphes stériles rampantes; hyphes fertiles légèrement dressées, brunes, portant çà et là des denticules sporigènes; conidies acropleurogènes, parfaitement hélicoïdales, hyalines ou colorées, pluri-guttulées ou pluri-septées ». On ne sait rien de plus sur les *Helicosporium*; nul auteur n'en a fait une étude morphologique

1. *Das System der Pilze und Schwämme.* Würzburg. 1817.

quelque peu attentive. La forme singulière de leur spore les met tout à fait à part dans le groupe des Mucédinées, et personne n'a encore émis une hypothèse quelconque sur leur parenté avec les Ascomycètes ni même avec d'autres Mucédinées. Faire l'examen morphologique complet d'une espèce assez commune, en montrer les divers appareils reproducteurs, indiquer une parenté probable avec les Ascomycètes, comme je vais le faire dans la suite de ce travail, c'est apporter une contribution notable à l'étude de cette plante intéressante.

II. — DESCRIPTION DE LA FORME NORMALE DE L'*HELICOSPORIUM LUMBRICOIDES*.

L'*Helicosporium* se cultive facilement sur l'écorce de chêne; je l'ai cultivé aussi sur du bois de peuplier, où il pousse bien et où il conserve tous les caractères qu'il possède à l'état naturel.

Le mycélium, incolore quand il est jeune, se cutinise et brunit rapidement; il est formé de cellules assez régulièrement cylindriques (20 à 40 μ de long sur 5 μ de large), pleines d'un protoplasma granuleux renfermant parfois quelques gouttelettes huileuses (pl. I, fig. 1). La ramification des filaments n'a rien de régulier, et les anastomoses entre filaments voisins sont fréquentes; aussi le mycélium forme-t-il un feutrage serré et résistant. De distance en distance, les cellules mycéliennes présentent à leur partie subterminale un ou deux petits stérigmates coniques incolores, portant chacun une spore en hélice.

La spore est normalement enroulée de 2 à 3 tours sur elle-même; elle est formée d'une file de 10 à 25 cellules; sa largeur, assez constante, est de 2 μ; sa longueur, variable avec l'âge, peut atteindre 130 μ (fig. 2). A l'état adulte, la spore présente de nombreuses granulations, souvent aussi des gouttelettes huileuses; et il arrive fréquemment que les cloisons se voient mal (fig. 3). Elles existent toutefois : il suffit, pour s'en convaincre, de les

colorer, par exemple au violet de gentiane ou au bleu d'aniline; elles apparaissent aussitôt.

L'ensemble des caractères précédents m'a fait rapporter cet *Helicosporium* à l'*H. lumbricoides* Sacc. A vrai dire, l'espèce décrite par Saccardo a des spores non cloisonnées; mais, sans vouloir mettre en doute le talent d'observation du mycologue italien, je suis porté à croire que les cloisons lui ont échappé, soit que les spores fussent trop jeunes, soit que leur contenu granuleux très abondant en masquât la structure, soit enfin que le liquide d'inclusion fût, comme le sont la glycérine et l'acide lactique dans le cas présent, impropre à l'observation des membranes minces et transparentes.

Ces réserves faites, l'*H. lumbricoides* possède les principaux caractères morphologiques de la plante que j'ai étudiée; il en a surtout le facies, et, malgré quelques différences dans la dimension des spores, c'est à l'*H. lumbricoides* que je crois devoir la rapporter.

Jusqu'alors, on n'a signalé en France qu'un petit nombre d'*Helicosporium*. Les frères Crouan[1] en ont décrit deux espèces, dont l'une (*H. populi*) diffère nettement de l'*H. lumbricoides* par ses filaments dichotomes et ses spores terminales, et dont l'autre (*H. albocarneum*) semble s'en éloigner aussi par ses filaments rameux et sa couleur bien rosée. Mais la description des frères Crouan est tout à fait insuffisante pour la spécification; on est obligé de n'en pas tenir compte.

Deux autres espèces françaises d'*Helicosporium*, mieux connues, l'*H. Mulleri* (Corda) Sacc.[2] et l'*H. vegetum* Nees[3], ont des filaments dressés simples et s'éloignent ainsi nettement de l'*H. lumbricoides*.

1. Crouan. *Florule du Finistère*, p. 12.

2. Saccardo. *Michelia*, II, p. 129. *F. ital.* t. 809. — Corda. *Icon.* I, p. 15, t. IV, fig. 219.

3. Nees. *Syst. der Pilze*, p. 68, fig. 69.

III. — VARIATION DU TYPE DANS LES DIVERSES CULTURES.

1. Cutinisation variable de la membrane.

(*a*) *Cultures sur gélose, etc.* — Dans les cultures sur écorces ou sur bois, et sur une foule d'autres milieux solides, les filaments mycéliens, incolores quand ils sont jeunes, se cutinisent assez promptement et prennent une teinte brunâtre qui va s'accentuant avec l'âge (teinte *fuligineus* de la Chromotaxie de Saccardo[1]).

Mais dans les milieux liquides, la membrane ne se cutinise que peu; il en est de même pour les cultures sur bouillon gélosé, où la cutinisation est tardive et à peine marquée. La parfaite hyalinité, dans certaines conditions de milieu (sur gélose principalement), du mycélium d'*Helicosporium*, réduit à néant la distance établie par les mycologues entre ce genre et le genre *Helicomyces* Link[2].

On sait en effet que, dans la classification actuelle des Mucédinées, la cutinisation de l'appareil végétatif est considérée comme un caractère de premier ordre; les deux grands groupes des Mucédinées proprement dites et des Dématiées ne sont différenciés l'un de l'autre qu'à l'aide de ce caractère. Ce qui précède montre bien que la ligne de démarcation ainsi établie n'a rien d'absolument tranché. Les cultures de l'*Helicosporium* sur gélose ont tous les caractères des *Helicomyces*, et conservent ces caractères pendant une suite indéfinie de générations sur gélose; on peut donc, par le seul choix du milieu de culture, produire et garder à volonté ce que j'appellerai la forme *Helicomyces* de l'*Helicosporium*[3]. La spore, qui d'ailleurs ne diffère en rien de la spore d'*Helicomyces*, a gardé ses caractères.

1. Saccardo. *Chromotaxia.* (1891) n° 11 dilué.
2. Link. *Obs. myc.*, t. I, p. 19.
3. Une espèce d'*Helicomyces*, l'*H. aureus* Corda, est considérée par Saccardo comme

La forme *Helicomyces*, il faut le remarquer, diffère de l'*Helicosporium* normal par l'appareil végétatif et non par l'appareil reproducteur, mais le fait n'en a pas moins une certaine importance. On s'accorde en effet à reconnaître aux moisissures, et aux Champignons en général, une plasticité merveilleuse qui les fait s'adapter aux divers milieux à l'aide d'une variété souvent extraordinaire d'appareils reproducteurs. L'appareil végétatif, lui aussi, comme nous venons de le voir, est variable avec les conditions extérieures; la cutinisation de la membrane chez l'*Helicosporium*, et en général chez les Dématicées, est un caractère instable, fonction du milieu, et c'est d'une façon toute relative qu'on doit la faire entrer en ligne de compte dans une classification des Mucédinées.

(*b*) *Cultures sur pomme de terre.* — L'*H. lumbricoides* se cultive assez facilement sur divers milieux solides. Outre le bois et les milieux gélatinés ou gélosés, j'en ai fait de nombreuses cultures sur des tranches de pomme de terre, de navet, de betterave, de carotte, et aussi sur du crottin de cheval.

Les cultures sur pomme de terre présentent un intérêt particulier. Ce sont, au début, de petites masses circulaires blanc cendré, d'aspect floconneux, qui vont s'étalant rapidement à la surface du milieu nutritif, si les conditions sont favorables. Mises à l'obscurité, à la température de 25° environ, dans une atmosphère saturée d'humidité, elles se développent rapidement. Mais, les diverses régions de la culture prennent bientôt des aspects différents. En haut, et dans la région moyenne du tube, les filaments aériens blanchâtres sont abondants; les filaments rampants qui leur donnent naissance sont très fortement cutinisés et noirâtres; mais, en somme, c'est la forme normale de l'*Helicosporium.*

Au contraire, la partie inférieure de la culture, moins accessible au renouvellement de l'air et plus humide, est entièrement noire, sans trace de filaments aériens sporifères. Elle forme un tapis

la forme jeune, non encore teintée de brun, de l'*H. vegetum*. Mes observations conduisant à un résultat parallèle, l'hypothèse de Saccardo est vraisemblable, mais la preuve absolue reste à faire.

d'un noir brillant qui, au microscope, se montre exclusivement composé de filaments très ramifiés, enchevêtrés en un réseau inextricable. Toutes les parties de ce réseau ne sont pas également cutinisées; de distance en distance seulement, on rencontre, soit une cellule unique, soit toute une portion de filament (pl. II, fig. 8, *a*) dont la paroi est plus noirâtre, et dont le protoplasma est rempli de gouttelettes huileuses. Ce sont bien réellement des organes de conservation, des sortes de *kystes;* car, tandis que les régions intermédiaires se dessèchent et meurent, les cellules enkystées résistent et peuvent, au bout d'un temps très long, reproduire la plante; j'ai observé la germination de ces sortes de kystes dans une goutte d'urine en cellule close, et je l'ai représentée d'après nature dans la figure 9.

Il y a plus : le mycélium noirâtre n'existe pas seulement à la surface de la tranche de pomme de terre, il pénètre dans les couches superficielles jusqu'à un millimètre environ de profondeur, s'insinue entre les grains d'amidon et, là, prend l'aspect bourgeonnant caractéristique de la vie à l'abri de l'oxygène. Au lieu de cellules allongées, on ne voit plus que des cellules massives, tantôt sphériques, tantôt de forme irrégulière, ayant un diamètre double ou triple de la largeur des filaments (10 à 12 μ), peu cutinisées quand elles sont encore activement bourgeonnantes, entièrement noires, au contraire, quand elles sont enkystées.

Enfin, çà et là, soit à la surface, soit dans la profondeur de la pomme de terre, on rencontre des masses de cellules pelotonnées entièrement noires et chargées de gouttelettes huileuses; leur grandeur est essentiellement variable, mais reste faible. Ce dernier état fournit une transition vers les véritables sclérotes que donnent au bout de plusieurs mois les cultures sur bois de l'*Helicosporium.*

J'ai surtout fait ces cultures sur des morceaux de vieux bois de peuplier; elles présentent, ainsi que je l'ai dit, l'aspect normal observé dans la nature; mais quand la culture devient vieille, et surtout quand on prend soin de la laisser se dessécher graduellement, on assiste à la formation de sclérotes véritables tels que ceux qui sont figurés en *b* dans la figure 8. La forme de ces

sclérotes est tout à fait irrégulière; ils sont constitués par des amas de cellules courtes et de filaments pelotonnés dont l'ensemble est absolument opaque. Ils conservent leur pouvoir germinatif pendant longtemps; j'en ai fait germer qui étaient restés près d'un an desséchés dans un tube.

Corda[1] et les auteurs qui l'ont suivi[2] ont décrit, sous le nom générique de *Coniothecium*, jusqu'à 30 espèces de Mucédinées trouvées sur du vieux bois, des écorces, des feuilles, etc., et dont le caractère commun est d'offrir comme seul organe reproducteur des masses pluricellulaires noirâtres, de forme irrégulière. Ce genre est évidemment des plus mal définis, et Saccardo est d'avis qu'on y a rangé une foule de formes qui ne seraient que des états particuliers de développement d'autres champignons.

Mes observations sur l'*Helicosporium* viennent à l'appui de cette manière de voir; et après avoir comparé la partie noire de mes cultures avec les figures données par les auteurs, j'ai acquis la conviction que la forme étudiée par moi aurait été, à l'époque où le polymorphisme des Champignons était encore chose inconnue, rangée sans conteste dans le genre *Coniothecium*, probablement au voisinage de l'espèce *C. Questieri* Desm.[3]. J'appellerai donc forme *Coniothecium* cet état particulier de l'*H. lumbricoides*. J'ai essayé de la perpétuer pendant une série de générations successives; mais, tout d'abord ces sclérotes n'ont jamais germé à la surface du bois, quelles qu'aient été les conditions de température, d'éclairement et d'humidité réalisées par moi. Sur des tranches de carotte et surtout sur des tranches de navet, ils germent au contraire facilement, mais donnent une culture d'*Helicosporium* en tous points semblable aux autres. A vrai dire, en prenant toujours comme semence de la nouvelle culture la partie noirâtre enkystée de la culture antérieure, on voit s'accentuer la forme *Coniothecium;* les cultures n'offrent bientôt plus de spores en hélice que dans une portion restreinte de leur superficie, mais

1. *Icon. fung.* t. I, p. 2.
2. Preuss, Desmazières, Saccardo, etc.
3. Desmazières. *Plantes cryptog.*, 1857, p. 2.

jamais je n'ai pu réussir à les faire disparaître complètement. Les deux formes *Helicosporium* au haut du tube de culture, et *Coniothecium* au bas, ont toujours coexisté.

Jamais, dans mes cultures, je ne suis arrivé à produire les sclérotes de forme régulière que j'avais observés sur l'écorce de chêne et qui, en attirant mon attention, m'avaient fait entreprendre ce travail. De ces sclérotes je ne dirai que quelques mots, puisqu'il ne m'a été donné d'étudier ni le début ni la fin de leur développement. Ils appartiennent indiscutablement à l'*Helicosporium*, car les filaments qui les portent donnent aussi naissance un peu plus loin à des spores spiralées (fig. 6).

Ce sont des masses sphériques d'un diamètre très variable (20 à 70 μ) portées sur un pédicelle 3-4-cellulaires (fig. 6 et 7). Les cellules superficielles sont agencées en une sorte de membrane d'enveloppe lisse, brun noirâtre foncé, à l'intérieur de laquelle on trouve un faux tissu très riche en matières grasses. Est-ce un début de périthèce? Est-ce un véritable sclérote? C'est là un point que je n'ai pu éclaircir; je penche toutefois vers la seconde hypothèse, car la partie interne de la masse, sans être aussi cutinisée que la surface, l'est un peu, et cela seul suffit à exclure l'idée d'un tissu ascogène.

Quoi qu'il en soit, cet organe reproducteur diffère profondément, et par sa forme régulière et par sa situation à l'extrémité d'un pédicelle, des sclérotes irréguliers que présentent les cultures sur bois, dans ce que j'ai appelé la forme *Coniothecium;* je le désignerai sous le nom de *sclérote pédicellé.*

(*c*) *Cultures sur d'autres milieux nutritifs.* — Sur des tranches de carotte et de navet, les cultures d'*Helicosporium lumbricoides* sont plus vigoureuses que sur la pomme de terre. Le fond de la culture est entièrement noir; les filaments cutinisés du mycélium rampant pénètrent à plusieurs millimètres de profondeur. Sur le tout, se développe le mycélium aérien blanc grisâtre avec son fin duvet de spores blanches. Dans les vieilles cultures sur carotte, maintenues humides, les spores prennent, à la partie supérieure du

tube, une légère teinte mauve; au fond du tube elles se détruisent peu à peu et laissent place à un développement considérable de la forme *Coniothecium*.

Les cultures sur bouillon gélatiné et peptonisé croissent lentement et liquéfient le substratum dès que la culture a atteint un centimètre de diamètre environ; à ce moment le développement s'arrête. Sur bouillon gélosé, le développement se continue plus longtemps et naturellement il ne se fait pas de liquéfaction. Le mycélium ne pénétrant qu'à peine dans le milieu nutritif s'étale à sa surface et ne se cutinise pas; la culture garde un aspect blanchâtre qui nous l'a fait assimiler à un *Helicomyces* (voir plus haut, p. 21).

On peut faire vivre aussi l'*Helicosporium* sur diverses feuilles : feuilles de charme, de troëne, etc., et sur des bois divers. Enfin, les cultures sur des jus sucrés acides, bien que difficiles à obtenir, réussissent quelquefois ; elles sont toujours très peu sporifères.

2. Ramification du mycélium; naissance des spores (Pl. I).

(*a*) *Cultures aériennes.* — Dans les cultures aériennes sur milieux solides, le mycélium de l'*H. lumbricoides* est toujours abondamment ramifié et enchevêtré. Il est formé de cellules irrégulièrement cylindriques (12-15 μ sur 4-6 μ), d'une teinte fuligineuse, pleines d'un protoplasma granuleux avec quelques gouttelettes huileuses de place en place[1]. Il se fait assez souvent des anastomoses entre les filaments. J'ai même pu observer, dans une région où elles se faisaient régulièrement, un commencement de fasciation.

Les spores naissent directement sur les filaments; à la partie subterminale d'une cellule, on voit se produire une émergence conique, une sorte de denticule incolore qui croît d'abord normalement au filament (fig. 1, *a*, *a'*), puis s'infléchit et se contourne

1. J'ai noté, comme un fait très constant dans cette espèce d'*Helicosporium*, le mouvement brownien qui s'observe à l'intérieur de presque toutes les cellules, en particulier dans les denticules qui sont les futures spores.

plusieurs fois sur lui-même pour donner la spore hélicoïdale. L'inflexion se fait toujours de façon à présenter la partie concave du côté terminal du filament, de telle sorte que les spores sont toutes orientées de la même façon sur le filament fructifère. Au fur et à mesure de son allongement, la spore se cloisonne transversalement; arrivée à maturité, elle est formée de 12 à 20 cellules incolores; sa longueur est 100 à 150 μ, sa largeur 2 μ et le diamètre du premier tour de spire 20 μ environ. Il naît de la sorte plusieurs spores sur chaque cellule mycélienne; les deux premières sont en général opposées (fig. 1, *b*), mais les suivantes naissent irrégulièrement, et la symétrie disparaît.

Souvent la spore renferme des granulations internes de forme irrégulière; quelquefois elle en est tellement remplie que les cloisons transversales, toujours hyalines et délicates, ne sont plus discernables (fig. 3). Peut-être est-ce là l'origine de ce que je crois être une observation incomplète de Saccardo. D'ordinaire, chaque cellule de la spore renferme deux granulations placées une à chaque bout (fig. 4); de la sorte, chaque cloison transversale est accompagnée d'une paire de granulations régulièrement disposées et l'ensemble prend un aspect fort caractéristique; il permet de retrouver les cloisons. Cette disposition s'observe aussi, quoique assez rarement, sur les filaments mycéliens.

Le nombre de tours de spire que présente la spore est de 2 ou 3 dans les cultures aériennes (fig. 1), mais, aussitôt montée en préparation, la spore se détend et n'offre plus qu'un tour et demi (fig. 3). Jamais les tours successifs ne sont dans un même plan : vue de profil, la spore présente toujours l'aspect représenté fig. 5.

(*b*) *Cultures en milieux liquides.* — Dans les cultures en milieux liquides, les caractères morphologiques du mycélium et des spores sont autres. Le mycélium est beaucoup moins rameux, moins fortement cutinisé (nous avons vu plus haut, page 21, qu'il pouvait ne pas l'être du tout), et donne naissance à un nombre beaucoup moindre de spores. Celles-ci ne sont jamais aussi complètement enroulées que dans les cultures aériennes. Il semble que la turgescence de la spore, qui, dans le cas des cultures aériennes, se

trouvait détruite au moment du montage de la préparation, n'ait pas ici le temps de s'établir; la spore est constamment détendue et n'offre jamais plus d'un tour et demi d'enroulement. Souvent cet enroulement est irrégulier (fig. 1, *s''*); parfois même il n'existe plus et la spore est à peine incurvée en forme de *c* ou de ε (fig. 1, *s'*); sa concavité est alors toujours dirigée vers l'extrémité du filament, conformément à la règle. Dans ce dernier cas, il devient souvent très difficile de distinguer les spores modifiées des simples ramifications du mycélium ; elles n'en diffèrent que par une forme plus grêle, des contours moins fermes et des cloisons un peu plus nombreuses; souvent aussi, quant à ce dernier caractère, les cloisons n'apparaissent que tardivement et peuvent même ne pas apparaître du tout. En réalité, il y a tous les passages entre la spore normale et une simple branche mycélienne.

Cette variation des caractères morphologiques avec le milieu doit nous mettre en garde contre la valeur spécifique des caractères de certains *Helicosporium*. C'est ainsi que, d'après les descriptions des auteurs, l'*H. pulvinatum* ne diffère de l'*H. lumbricoides* que par ses hyphes plus filiformes, à peine cutinisées au début, rarement anastomosées, et ses spores moins longues : tous caractères que nous venons de rencontrer dans les cultures sur milieu liquide de l'*H. lumbricoides*. A mon avis ces deux espèces rentrent très probablement l'une dans l'autre; mais seules la comparaison et la culture d'échantillons authentiques pourraient lever le doute à cet égard.

3. Développement de l'Helicosporium lumbricoides.

La spore d'*H. lumbricoides* germe assez difficilement, et le meilleur mode de semis consiste à transporter sur le nouveau milieu nutritif toute une portion de mycélium, pourvue ou non de spores. C'est un bouturage plutôt qu'une reproduction par spores.

Pour obtenir le développement de la spore, il faut faire le semis sur des milieux particulièrement favorables.

L'urine alcaline est dans ce cas. En faisant un grand nombre de semis dans des gouttes d'urine en cultures cellulaires, je suis arrivé à obtenir quelques germinations de spores. Une d'entre elles a été figurée (pl. I, fig. 4). On y voit une spore dont quatre cellules seulement ont germé, chacune donnant un filament incolore encore non ramifié. A un stade plus avancé, non représenté sur la figure, un assez grand nombre de cellules de la spore se développent en tubes mycéliens. Le cas normal est sans doute celui où chaque cellule germe isolément. Les filaments mycéliens ainsi produits se cloisonnent et se ramifient dans la suite, et la culture qui en résulte prend tout d'abord les caractères, déjà signalés plus haut, des cultures en milieux liquides. Nous verrons plus loin que ces caractères ne tardent pas à se modifier.

Le temps qui s'écoule entre le semis et le début de la germination de la spore est assez variable; j'ai obtenu parfois des germinations au bout de six jours, d'autres fois seulement au bout de six semaines. Cette longue durée exige des précautions spéciales pour les cultures en cellule. Il est nécessaire d'abord de se mettre à l'abri des germes étrangers, et surtout des bactéries qui, se développant rapidement en milieu alcalin, arrêteraient immédiatement la culture. Il est de toute nécessité aussi de se prémunir contre la dessiccation des cultures. A cet effet, un premier moyen consiste à fermer la chambre cellulaire par une bordure hermétique, en paraffine par exemple; mais l'absence d'oxygène est sans doute nuisible au développement de la spore, car cette façon d'opérer ne m'a jamais permis de dépasser les premiers stades de la germination. Il vaut mieux border la cellule avec une goutte de liquide gras (huile ou glycérine), qui permet un renouvellement lent de l'atmosphère de la chambre cellulaire; mais alors il faut renouveler souvent la goutte du milieu nutritif, et ces manipulations, si elles ne sont pas faites avec toutes les précautions voulues, peuvent souiller la culture.

Des considérations théoriques, absolument étrangères aux résultats obtenus depuis, m'avaient conduit aussi à rechercher comme milieux de culture des infusions faites avec des feuilles

de certains végétaux. Quelques-unes m'ont donné de bons résultats ; ce sont celles du *Lonicera xylosteum*. Les spores y germent après un temps variable, et la plante s'y développe mieux et plus rapidement que sur tout autre milieu.

En résumé, les cultures, sur milieux variés, de l'*Helicosporium lumbricoides* nous ont déjà offert une série de formes reproductrices différentes, à savoir :

1° La forme *normale* à spore en hélice (pl. I. fig. 1).

2° La forme *Coniothecium*, dont les organes de conservation sont, soit de simples cellules enkystées, soit des massifs cellulaires plus ou moins volumineux qui peuvent, après un temps assez long de vie ralentie, germer en donnant de nouveau du mycélium (pl. II, fig. 8).

3° La forme à *sclérotes pédicellés* (pl. I, fig. 6-7).

Il est à noter que ces deux dernières formes reproductrices n'existent pas isolément ; elles sont toujours associées à la forme normale.

Quant à l'appareil végétatif, nous l'avons vu se présenter, lui aussi, sous trois aspects différents :

1° La forme *normale* filamenteuse ;

2 La forme *bourgeonnante*, à l'intérieur du tissu de la pomme de terre ;

3° La forme *Helicomyces* à membrane non cutinisée, et qui, sur bouillon gélosé, se maintient indéfiniment identique à elle-même.

IV. — PASSAGE A LA FORME *STEMPHYLIUM*.

Sur tous les milieux solides où j'ai cultivé l'*H. lumbricoides* et sur divers milieux liquides, il se conserve indéfiniment en ne donnant jamais d'autres formes fructifères que la forme à spores

spiralées et la forme *Coniothecium*, celle-ci n'étant même à proprement parler qu'une forme végétative à vie ralentie.

Mais en culture cellulaire, dans une goutte d'urine alcaline, j'ai pu obtenir une forme reproductrice véritable, entièrement différente de la première. J'ai observé pour la première fois ce cas de polymorphisme dans une culture en cellule[1], maintenue, avec renouvellement du liquide nutritif, à la température de 18 degrés environ.

La spore avait germé au bout de six jours; j'ai constaté la naissance de spores de nature différente au bout de trois semaines; les deux sortes de spores étant fixées sur le même filament, le doute n'était pas possible (Pl. II, fig. 10 et 11).

La deuxième forme fructifère ainsi obtenue est une grappe de spores pluricellulaires formées, à la maturité, d'un massif de cellules noires, légèrement aspérulées (fig. 14). Cette spore en ballot, noirâtre, est caractéristique du groupe des Dématiées dictyosporées, dont on connaît de très nombreuses formes, les *Macrosporium*, les *Alternaria*, etc....

Celle qui nous occupe ici rentre dans le genre *Stemphylium* Wallroth[2], lequel diffère des autres Dématiées dictyosporées par ses filaments rampants à rameaux intriqués, hyalins ou fuligineux, portant des conidies noirâtres acrogènes, subglobuleuses, pluricellulaires, sarciniformes, isolées ou disposées en grappes.

Parmi les 21 espèces de *Stemphylium* décrites par les auteurs, il n'en est aucune qui soit identique à celle que j'ai obtenue. La seule dont elle se rapproche est le *St. botryosum* Wallroth[3]; mais elle en diffère encore par la couleur vert noirâtre (et non brun orange) de ses spores, et par les fines aspérités qu'on observe à leur surface.

Une fois en possession de la forme *Stemphylium*, j'ai cherché à la conserver. A cet effet, j'ai recueilli avec soin quelques spores que j'ai semées sur divers milieux. Les filaments issus de la ger-

1. La rondelle de verre était fixée à la lame par une goutte de baume de Canada, et la cellule était close par une goutte d'huile d'olive pure.
2. Wallroth. *Fl. crypt.*, p. 300.
3. Wallroth. *Fl. cryqt.*, p. 1942.

mination ont donné de nouvelles spores noires en massif; j'ai obtenu de la sorte de nombreuses cultures de *Stemphylium*, qui se sont maintenues toujours identiques à elles-mêmes; c'est là par conséquent une forme stable, et ce qui précède vient de nous montrer que l'*H. lumbricoides* est la même plante qu'un *Stemphylium* voisin du *St. botryosum*

Ce point établi, j'entrepris de nouvelles cultures, réalisant autant que possible les conditions qui m'avaient réussi une première fois : sur plus de 100 cultures cellulaires tentées ainsi, dans des conditions variées de température et d'éclairement, 7 seulement réussirent, sans me donner d'ailleurs aucune indication précise sur le moyen d'obtenir sûrement les cas de polymorphisme.

L'alcalinité du milieu ne semble pas un facteur indispensable; j'ai en effet obtenu, une fois, la seconde forme sporifère dans une goutte de jus d'orange acide.

La température et l'éclairement sont sans influence.

Il reste enfin la nature chimique du milieu nutritif, et c'est là certainement le facteur important. Elle n'est toutefois pas seule à déterminer le phénomène : celui-ci ne se produit en effet qu'en culture cellulaire. Les nombreuses cultures tentées par moi, soit dans des tubes fermés par un tampon de coton, soit dans les boîtes à orifice latéral dont j'ai parlé plus haut (page 14), n'ont jamais présenté le cas de polymorphisme dont il s'agit.

Le phénomène est-il dû en partie à une concentration du liquide produite par une lente dessiccation? ou bien est-il dû à une raréfaction de l'oxygène, raréfaction qui n'existe pas dans les cultures en boîte ou en tube? Ce sont là des questions que j'ai vainement tenté de résoudre : la grande complexité du problème, la difficulté d'obtenir des germinations fructueuses d'*Helicosporium* (il n'en réussit guère en moyenne qu'une sur 20), le grand nombre de facteurs qui peuvent intervenir et dont l'influence doit être étudiée isolément, m'ont arrêté dans cette voie. Je dois pour le moment me contenter de signaler les conditions précises du passage, laissant à l'avenir le soin de décider quelle est l'influence de tel ou tel agent sur la production du phénomène.

V. — ÉTUDE DU *STEMPHYLIUM*.

Mycélium et spores. — La spore du *Stemphylium* germe en donnant plusieurs filaments, en général un par cellule, qui vont se ramifiant bientôt. Le mycélium qui se forme est identique au mycélium des cultures en milieu liquide de l'*Helicosporium*; il est formé de cellules régulières et allongées, peu ou pas cutinisées (30-50 μ sur 5-7 μ).

Sur les filaments rampants naissent, de part et d'autre, sans ordre, des branches fructifères dont nous allons suivre le développement.

A l'extrémité d'un pédicelle cloisonné de longueur variable (30 à 60 μ), on voit bourgeonner une spore d'abord incolore, ovale et monocellulaire (fig. 12, a). Quand elle a atteint de 15 à 18 μ de longueur, elle est devenue jaune brunâtre et elle se cloisonne transversalement (fig. 12, b). Des deux cellules ainsi formées, la cellule distale est arrondie et plus grande, la cellule proximale est subtriangulaire et plus petite.

C'est celle-ci qui se divise d'abord, par une cloison perpendiculaire à la première (fig. 12, c); puis la cellule distale se divise à son tour, et à ce stade, très répandu dans toutes les cultures, la spore quadricellulaire a un aspect sarciniforme très caractéristique (fig. 10, 12 d, 13 et 14).

Le cloisonnement continuant alternativement dans trois directions rectangulaires, la spore prend bientôt l'aspect d'une masse irrégulièrement ovale, formée de 4 à 8 cellules disposées comme les pierres d'un mur (fig. 14 s). La teinte en est fortement fuligineuse, et, à la maturité, la surface se hérisse d'une multitude de petites aspérités rappelant celles que l'on observe dans le *St. asperulum* Sacc. Les dimensions moyennes de la spore sont 18 μ de long sur 14 μ de large. Une fois la première spore formée, le filament qui la porte pousse latéralement un prolongement,

lequel à son tour se termine par une spore, et ainsi de suite. Il se forme ainsi une sorte de cyme unipare scorpioïde dont le nombre d'éléments ne dépasse jamais 4 ou 5. Parfois la branche fructifère se ramifie et présente 2 ou 3 cymes semblables (fig. 14).

J'ai vu quelquefois, mais rarement, le filament porteur d'une première spore bourgeonner au delà de cette spore en en donnant aussitôt une deuxième, parfois une troisième, comme cela se passe normalement dans les *Alternaria*.

Cultures diverses. — La culture du *Stemphylium* se fait avec la plus grande facilité sur une foule de milieux nutritifs. Sur pomme de terre et sur carotte, elle est rapide; en cinq jours elle envahit tout le tube de culture. La teinte en est d'abord vert noirâtre.

Sur navet, sur gélatine ou gélose, et aussi dans les vieilles cultures sur pomme de terre et carotte, la couleur est absolument noire.

Un grand nombre de milieux liquides, jus sucrés acides, urine alcaline, etc. peuvent aussi servir au développement du *Stemphylium*; il communique à tous une couleur verdâtre due à une partie de la matière colorante qui imprègne la spore.

VI. — ESSAIS DE RETOUR A LA FORME *HELICOSPORIUM*.

J'ai tenté de nombreux essais pour revenir à la forme *Helicosporium* en partant d'une culture de *Stemphylium*. Dans aucun cas je n'ai réussi. Souvent, dans des cultures en milieu liquide, j'ai observé sur le mycélium des filaments dont l'extrémité s'enroulait en spirale ; mais c'est là un fait qui s'observe fréquemment dans la culture de nombreuses Mucédinées et que rien, si ce n'est une apparence grossière, ne rapproche de la formation des spores d'*Helicosporium*. Il reste donc acquis que, dans les conditions très variées où j'ai fait mes cultures, jamais je n'ai pu revenir de

la forme *Stemphylium* à la forme *Helicosporium*. Ce résultat, joint à la remarque que j'ai faite précédemment du passage difficile de la forme *Helicosporium* à la forme *Stemphylium*, me semble avoir un grand intérêt biologique.

Les deux formes existent simultanément à la surface du globe sans avoir entre elles aucune relation de continuité; connues et étudiées depuis longtemps, chacune d'elles vivant isolément, elles semblaient entièrement distinctes l'une de l'autre. Il n'en est rien. A n'en pas douter, le *Stemphylium* dérive de l'*Helicosporium*. Dans des conditions qui doivent être très spéciales et, autant qu'on en peut juger, très rarement réalisées dans la nature, la première forme donne naissance à la seconde; celle-ci, peu exigeante pour son développement, trouve un peu partout les éléments nécessaires à sa subsistance, et se perpétue indéfiniment avec la plus grande facilité. Mais jamais, du moins dans la mesure qui résulte de mes expériences, jamais la seconde forme ne fait retour à la première. Tout se passe comme si une espèce, au sens qu'on donne généralement à ce mot dans le groupe des Mucédinées, venait de se former. Son appareil reproducteur ne ressemble en rien au précédent.

Nous assistons donc, en apparence, sur cet exemple, à un mode de formation d'espèce tout autre que celui qu'on serait volontiers porté à admettre pour les formes inférieures telles que les Mucédinées. Chez des êtres aussi plastiques, où les caractères tirés de la forme, de la couleur et des dimensions des spores ou des filaments ont si peu de constance, il semble qu'une espèce doive généralement dériver d'une autre par des modifications insensibles dues à l'action continue, dans un sens déterminé, d'une même cause extérieure. Ici, il y a passage sans transition d'une forme à l'autre; l'espèce nouvelle s'obtient par un saut brusque et se maintient ensuite indéfiniment stable.

Quelque chose de comparable se passe dans les Mucorinées du genre *Mortierella*[1]. On peut obtenir, par culture, exclusivement des formes à sporanges, ou exclusivement des formes à chla-

1. Van Tieghem et Lemonnier, *Recherches sur les Mucorinées*, p. 360 (1873).

mydospores aériennes (forme *Sepedonium*) : le passage de l'une à l'autre se fait sans transition, et la seconde forme, absolument stable dans certaines conditions de milieu, peut se conserver indéfiniment à cet état, sans trace de retour à la première forme.

VII. — AFFINITÉS DE L'*HELICOSPORIUM*

Le rattachement des *Stemphylium* aux *Helicosporium* nous conduit à la parenté probable de ceux-ci avec le groupe des Ascomycètes. En effet, nous avons vu plus haut (page 34) que chez certains échantillons de *Stemphylium*, les spores, au lieu d'être disposées en cyme, se présentaient en chapelets de 2 ou 3 spores, comme cela se passe normalement chez les *Alternaria*. D'autre part, Zopf[1], étudiant le mode de ramification du *Septosporium bifurcum* Fres. (= *Macrosporium bifurcum* Sacc.) signale les deux cas qui peuvent se présenter :

1° Agencement des spores en chapelets comme pour les *Alternaria* ;

2° Agencement des spores en cyme unipare scorpioïde (comme pour les *Stemphylium* et les *Macroscoporium*).

Le dessin de Zopf est absolument concluant, et il n'y a pas, à proprement parler, entre les *Stemphylium*, les *Macrosporium* et les *Alternaria*, de différences fondamentales; vraisemblablement ce sont des formes parentes.

Or il semble démontré aujourd'hui[2] que l'*Alternaria tenuis* et le *Macrosporium sarcinula* sont des formes conidiennes de *Pleospora*.

Selon toute vraisemblance, les *Stemphylium* appartiennent au même groupe; et par leur intermédiaire, les *Helicosporium* peuvent être dès maintenant (bien que la preuve décisive n'en ait pas

1. Schenk. *Handbuch der Botanik*, t. IV, p. 302. 1890.

2. Consulter à ce sujet Costantin : *Sur les variations des Alternaria et des Cladosporium* (in *Revue Générale de Botanique*, t. I, 1889, p. 453). L'auteur rend compte des travaux de Tulasne, Gibelli et Griffini, Bauke, Kohl, Mattirolo.

encore été donnée) considérés comme des formes conidiennes d'Ascomycètes du groupe des Sphériacées dictyosporées.

Résumé.

En résumé l'étude de l'*Helicosporium lumbricoides* Sacc., lequel n'était encore connu que par sa forme normale, nous a conduit aux résultats suivants, tous entièrement nouveaux :

1° L'*H. lumbricoides* Sacc. et l'*H. pulvinatum* (Nees) Fries ne sont probablement pas spécifiquement distincts.

2° La culture sur divers milieux nutritifs de l'*Helicosporium lumbricoides* peut conduire aux formes suivantes :

(*a*) Forme normale à spores hélicoïdales;

(*b*) Forme *Helicomyces* à membrane non cutinisée, indéfiniment stable sur certains milieux;

(*c*) Forme *Coniothecium*, à massifs cellulaires enkystés;

(*d*) Forme à sclérotes sphériques pédicellés;

(*e*) Forme à mycélium bourgeonnant.

(Les trois formes précédentes sont toujours associées à la forme normale.)

(*f*) Forme *Stemphylium*.

3° Le passage de la forme normale à la forme *Stemphylium* ne peut se faire que dans certaines conditions très spéciales.

4° La spore de *Stemphylium*, cultivée sur divers milieux, dans des conditions variées de température, d'éclairement, etc., donne indéfiniment et uniquement des *Stemphylium*; le *Stemphylium* doit donc être considéré comme une forme dérivée de l'*Helicosporium*, sans possibilité de retour.

5° En raison de leur parenté avec les *Stemphylium* et par suite avec les *Macrosporium* et les *Alternaria*, les *Helicosporium* doivent probablement être rattachés aux Ascomycètes du groupe des Sphériacées dictyosporées.

CHAPITRE II

Œdocephalum roseum.

(Planche III)

L'*Œdocephalum roseum* Cooke[1] est une moisissure qui semble assez commune. Je l'ai rencontrée souvent sur du papier conservé pendant quelques jours à l'humidité, et je l'ai retrouvée sur des morceaux de vieux peuplier ramassés au bord des étangs de Chaville (près Paris).

En 1886, M. Vuillemin[2] a montré la relation qui lie une Pézize, nommée par lui *Aleuria astigma*, à une forme conidienne que M. Costantin[3] rapporte à l'*Œdocephalum fimetarium* (Riess) Sacc[4]. Plus récemment M. Brefeld[5] a décrit plusieurs formes conidiennes de Pézizes qui sont nettement des *Œdocephalum*. Le rattachement aux Ascomycètes de certaines espèces d'*Œdocephalum* ne fait donc plus de doute aujourd'hui, et l'*Œ. roseum* lui-même est probablement la forme imparfaite d'une certaine Pézize.

J'ajouterai en passant que, sur la coupelle poreuse dans laquelle je conservais le papier couvert d'*Œdocephalum*, s'est montrée au

1. Cooke. *Grevillea*, t. I, p. 184, tab. 22, fig. 8.

2. Vuillemin. *Sur le polymorphisme des Pézizes* (*Association franç. p. l'av. des sciences*. Nancy, 1886).

3. Costantin. *Les Mucédinées simples*. Paris, 1888, p. 39.

4. Riess, in *Fresenius* : *Beiträge*, p. 105, t. XIII, fig. 59 65.

5. Brefeld. *Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie*, tome X, p. 331.

bout de quelques semaines une petite Pézize rosée : *Peziza domestica* Sow. Le tapis d'*Œdocephalum* m'ayant paru jusqu'alors dépourvu de toute autre forme mycélienne, je pense, sans pouvoir d'ailleurs donner encore aucune preuve positive du fait, que l'*Œ. roseum* est une forme conidienne du *Peziza domestica*.

Mais ce n'est point la démonstration de ce polymorphisme qui fait l'objet de ce travail : j'ai voulu rechercher ici les variations morphologiques que présente l'*Œdocephalum roseum* dans les divers milieux de culture. Avant d'entrer dans l'exposé des résultats que m'a donnés cette étude, je vais décrire rapidement le champignon qui en est l'objet.

Le mycélium d'*Œ. roseum* est formé de cellules courtes (30-40 μ sur 8-10 μ) cylindriques, hyalines et abondamment ramifiées. De place en place se dresse un filament de plus fort diamètre (10-15 μ) *cloisonné*, qui se renfle à son extrémité en une tête sphérique sur laquelle bourgeonnent des spores monocellulaires solitaires (fig. 1). Les dimensions comparées du pédicelle, de la tête et des spores, servent en général, conjointement avec la coloration de la plante, à définir les espèces d'*Œdocephalum*. Elles en précisent en effet assez bien les formes diverses. L'*Œdocephalum* que j'étudie ici m'a donné les chiffres suivants :

Pédicelle fructifère : longueur, 150-250 μ; largeur, 12-15 μ.

Tête sphérique : diamètre 36 μ.

Tête ovale, 45 μ sur 30 μ.

Spore, 25 μ sur 13 μ.

La grandeur de la tête sporifère relativement à la taille des spores différencie à la fois l'*Œ. roseum* des deux espèces dont on serait tenté de le rapprocher, et qui sont :

1° *Œ. glomerulosum* (Bull.) Sacc. (= *Haplotrichun roseum* Corda, = *Œdoc. elegans* Preuss, = *Haplotrichum glomerulosum* (Bull.) Harz [1]) ayant les spores plus grandes par rapport à la sphère qui les porte ;

2° *Œ. fimetarium* (Riess.) Sacc. (= *Haplotrichum fimetarium*

1. Harz. *Einige neue Hyphomyceten.* Moscou, 1871.

Riess[1]) ayant les spores beaucoup plus petites par rapport à la tête qui les porte.

De plus l'*Œ. roseum* possède souvent, sur les cloisons transversales de la tigelle fructifère, un bouton brillant de cellulose *b* (fig. 1 et 1′) qui n'existe pas dans l'espèce étudiée par Harz, mais qu'on retrouve dans l'espèce décrite par M. Vuillemin. Ce bouton s'observe aussi sur les premières cloisons du filament germinatif issu de la spore (fig. 10).

L'*Œ. roseum* se cultive facilement sur la plupart des milieux nutritifs habituellement employés. Sur du crottin de cheval les cultures sont abondantes et d'un rose franc. Sur des tranches de carotte dans les tubes Roux, l'*Œdocephalum* a une telle vigueur qu'il se propage rapidement jusque sur les parois du verre. Ses filaments y forment un lacis enchevêtré, rose, tout parsemé, à la surface, de petites têtes rosées qui sont les capitules.

C'est dans ces conditions de culture vigoureuse sur carotte, tantôt sur le substratum lui-même, tantôt à la surface du verre, qu'il m'a été donné d'observer les deux formes anormales représentées dans les figures 2 et 3.

La première nous montre un *Œdocephalum* dont le pédicelle fructifère s'est prolongé, au delà du premier capitule, en un tube de même largeur, renflé à son tour en une tête sporifère normale. Tout se passe comme si, en bourgeonnant, le stérigmate diamétralement opposé au pédicelle avait donné, au lieu d'une spore, un filament mycélien; ou encore comme si la spore, dès sa naissance, avait germé sur place.

Dans la figure 3, le même fait se produit en deux points différents du second capitule, latéralement cette fois, et les têtes supplémentaires ainsi formées sont normalement sporifères.

Ces formes, bien qu'aberrantes, sont fréquentes dans une même culture. Elles offrent un certain intérêt. Corda[2] a en effet décrit sous le nom de *Gonatobotrys*, et plusieurs observateurs ont fait rentrer depuis dans le même genre, des Mucédinées qui pos-

1. Riess. *Op. cit.*
2. Corda. *Prachtflora*, t. V, p. 9.

sèdent tous les caractères morphologiques d'un *Œdocephalum* dont la tigelle fructifère porterait un nombre variable de capitules (6 ou 8 en général) étagés de distance en distance. La forme à deux capitules que j'ai obtenue, rentre parfaitement dans cette définition et peut être considérée comme une forme appauvrie, un *Gonatobotrys* à un petit nombre de capitules. Par son aspect microscopique elle semble se rapprocher du *Gonatobotrys simplex* var. *Léveillei* Sacc. (= *Desmotrichum simplex* Lév.[1]). Enfin il n'est pas jusqu'à cette forme d'*Œdocephalum* ramifié, représentée fig. 3, qui n'ait été décrite comme *Gonatobotrys* : c'est, la question de couleur mise à part, le *G. ramosa* de Riess[2].

Bien avant que le genre *Œdocephalum* fût créé par Cooke, Coemans[3], étudiant le *Gonatobotrys flava*, en avait fait connaître une forme monocéphale assez fréquemment mélangée à l'autre, et qui répond à tous les caractères donnés depuis pour l'*Œdocephalum*. De plus, en 1871, Harz[4] rattacha plusieurs formes de *Gonatobotrys* à l'*Œdocephalum glomerulosum*.

Mon observation enfin, portant sur une espèce différente, *Œ. roseum*, apporte un troisième exemple de la parenté qui lie les *Gonatobotrys* aux *Œdocephalum* ; et comme cette observation est faite sur une culture pure de l'*Œ. roseum*, elle met une certitude là où il n'y avait encore que des présomptions. Dorénavant le genre *Gonatobotrys* doit être considéré comme un dérivé du genre *Œdocephalum*, et par suite sa parenté avec les Ascomycètes du groupe des Pézizées se trouve établie.

La culture de l'*Œ. roseum* sur des milieux fortement acides a donné lieu à des variations morphologiques dans le même sens, mais plus accentuées encore et aboutissant à des formes aberrantes singulières. J'employais à cet effet des jus sucrés fortement acidulés (cerise aigre, orange acidulée à l'acide chlorhydrique), et je faisais le semis dans des boîtes de verre plates fermées par un

1. Leveillé. *Ann. sc. nat.* 1843, p. 217, pl. VII, fig. 8.
2. Riess. *Op. cit.*, p. 44, pl. V, fig. 22-23.
3. Coemans. *Révision des genres Gonatobotrys et Arthrobotrys. Bull. Soc. bot. de Belgique*, t. II, 1863, p. 167.
4. Harz. *Op. cit.*

couvercle à rainure circulaire rodée à l'émeri. Sur le côté de la boîte est un petit orifice par lequel se fait l'ensemencement et qu'on peut fermer, si l'on veut, par un tampon de coton. Je le laissais intentionnellement ouvert pendant toute la durée de la culture; sa direction horizontale rendait extrêmement faibles les chances de contamination, et de fait, sur six ou huit boîtes maintenues ainsi pendant plusieurs semaines, je n'ai pas observé une seule fois que la culture fût souillée.

Le semis des spores de l'*Œdocephalum* était fait dans le jus sucré étendu de 4 ou 5 fois son volume d'eau; un jus plus concentré eût empêché la germination des spores. Mais, une fois la culture en train, elle pouvait continuer, malgré une grande concentration du liquide. L'ouverture ménagée sur le côté de la boîte favorisait l'évaporation et augmentait graduellement la concentration du liquide jusqu'à l'amener à une consistance pâteuse; c'est dans ces conditions que se sont produites en grand nombre les formes tératologiques dont quelques-unes sont représentées sur la planche III.

En 4, est figuré le cas qui se rapproche le plus de ce que nous avons vu précédemment dans les cultures sur carotte. De la tête sporifère t sur laquelle on distingue quelques traces d'insertions de spores a, a', partent deux filaments qui se renflent presque aussitôt. Aucune de ces têtes secondaires ne porte de spore, mais l'une d'elles t_1 donne naissance à un bourgeon, l'autre t_2 à deux bourgeons, qui peuvent être considérés comme des spores germant sur place.

Le plus souvent, les filaments nés de la tête principale ne portent même plus de têtes secondaires, mais à une courte distance ils se ramifient en deux ou trois branches (fig. 5). Chacune de ces branches secondaires peut à son tour se ramifier, et l'on a de la sorte un ou plusieurs arbuscules stériles fixés sur la tête principale (fig. 6).

Celle-ci peut porter un plus grand nombre de filaments nés directement sur elle. Dans ce cas ils croissent lentement mais régulièrement, et l'on peut avoir des dispositions très symétriques, telles que celle de la figure 7.

En culture cellulaire, dans les milieux sucrés acides, on obtient des formes anormales comparables aux précédentes, mais les têtes fructifères naissantes ne prennent qu'un faible développement, toute la vigueur de la culture passant dans les branches qui poussent à leur surface (fig. 8). M. Costantin a signalé un fait semblable dans des cultures de *Botryosporium*[1]; les bourgeons nés en petit nombre sur les têtes sporifères, au lieu de se transformer en spores, s'allongent et se ramifient en filaments.

Enfin, quand la concentration et l'acidité du milieu deviennent trop grandes, toute végétation cesse, et, sous l'influence de la turgescence des cellules, il se fait, à l'extrémité de chaque filament mycélien, une déchirure de la membrane et un épanchement du contenu de la cellule au dehors. Cette sortie du protoplasma ne se fait que très lentement, et s'accompagne d'une coagulation immédiate par les acides ambiants; d'où la formation d'une traînée de protoplasma, continue, irrégulière, jaunâtre ou colorée en brun (fig. 9).

Ce dernier phénomène s'observe d'une façon constante, chaque fois que le milieu est acide et concentré. Il doit en être sans doute de même dans la culture d'une Mucédinée quelconque, si ces conditions sont réalisées. J'ai pensé qu'il y avait quelque intérêt à la signaler en passant.

Enfin, j'ai souvent observé, dans les cultures sur carotte de l'*Œ. roseum*, une forme bourgeonnante du mycélium rampant. Les filaments sont remplacés par des files de cellules ovalaires bourgeonnantes.

Résumé.

1° L'*Œdocephalum roseum* Cooke peut présenter dans certaines conditions une forme à capitules superposés qui, sauf sa couleur rosée, serait identique au *Gonatobotrys simplex* Corda.

2° Il peut présenter aussi dans les mêmes conditions une forme

1. Costantin. *Bull. Soc. mycol.*, t. IV, pl. XIV, 1888. p. 46.

à pédicelle ramifié semblable à un *Gonatobotrys ramosa* Riess qui serait rose.

En conséquence, et étant données aussi les observations analogues faites par Coemans et par Harz, le genre *Gonatobotrys* doit être considéré comme une forme polycéphale, simple ou ramifiée, du genre *Œdocephalum*; par suite sa parenté avec les Ascomycètes du groupe des Pézizées se trouve établie.

3° La culture, en milieux sucrés acides, de l'*Œdocephalum roseum*, peut conduire à des formes aberrantes dans lesquelles les spores, réduites à un petit nombre, sont remplacées par leurs filaments germinatifs, pourvus eux-mêmes de capitules modifiés de la même manière.

4° La forme mycélienne peut faire place, dans certains cas, à une forme bourgeonnante.

CHAPITRE III

Cephalothecium roseum.

(Planche IV)

I. — HISTORIQUE.

Le *Cephalothecium* a été l'objet des travaux d'un assez grand nombre d'observateurs ; et cependant on ne sait encore que peu de chose sur ce genre.

La seule espèce bien connue, le *Cephalothecium roseum* Corda, est une moisissure commune. Bulliard[1] la signale déjà sous le nom de *Mucor roseus*. Corda[2], qui l'a décrite le premier, l'avait trouvée sur une Sphérie et, par conséquent, sur un morceau de bois ou de feuille ; on la rencontre en général sur des matières végétales en décomposition : bois pourri, feuilles mortes, etc.

Hoffmann[3] est le premier à en avoir suivi le développement. Il a montré que les spores bicellulaires de la plante sont groupées à l'extrémité du pédicelle fructifère, non pas en capitule comme l'avait indiqué Corda, mais en une sorte d'épi court et condensé. Bien que l'auteur ait désigné le champignon étudié par lui sous le nom de *Trichothecium roseum*, il avait évidemment affaire

1. Bulliard. *Herbier de la France* (1780), p. 102, pl. 504, fig. 4.
2. Corda. *Icones fungorum*, II, p. 14, tab. X, fig. 62 (1838).
3. Hoffmann. *Spermatien bei einem Fadenpilze. Botan. Zeitung*, 1854, p. 249, pl. VIII, fig. A.

au *Cephalothecium roseum* Corda, dont cette disposition de spores est un caractère très précis.

Quelques années plus tard, De Bary[1] envisageait l'identité possible des deux formes *Trichothecium roseum* Link et *Cephalothecium roseum* Corda, la première n'étant probablement qu'une forme appauvrie de la seconde.

Dans le travail cité plus haut, Hoffmann signalait en outre l'existence d'une seconde forme reproductrice du *Cephalothecium roseum*. Il décrit et figure, dans son mémoire, la germination d'une spore bicellulaire, donnant naissance à des conidies sphériques, incolores, solitaires, portées à l'extrémité de rameaux issus du filament germinatif[2]. Cette seconde forme reproductrice se rattacherait d'autre part, selon lui, à une sorte d'arbuscule sporifère qu'il avait observé au milieu du *Cephalothecium*. Or, cet arbuscule sporifère rentre évidemment dans le type des *Acrostalagmus* Corda, et sa couleur cinabre en ferait l'*A. cinnabarinus* Corda. Le travail d'Hoffmann conduirait donc, en un mot, à la synonymie suivante : *Cephalothecium roseum* Corda = *Acrostalagmus cinnabarinus* Corda.

L'année suivante, Bail[3] formulait la même conclusion, et le polymorphisme du *Cephalothecium* semblait dès lors établi. Toutefois, le travail de Harz[4], paru beaucoup plus tard, n'en porte pas mention. L'auteur ne cite aucun des noms qui précèdent ; il semble même ignorer les mémoires d'Hoffmann et de Bail ; et il se préoccupe surtout d'établir la synonymie du *Cephalothecium roseum* Corda avec l'*Arthrobotrys oligospora* Fresenius[5] ou *A. superba* var. *oligospora* Coem[6].

C'est seulement en 1874 que Lœw[7], reprenant l'étude du C.

1. De Bary. *Botanische Zeitung*, 1857, p. 76.
2. Hoffmann, *loc. cit*, pl. VIII, fig. A, *a*, *a'*.
3. Bail. *Mykologische Berichte, Bot. Zeit.*, 1855, p. 673. Trichothecium roseum et Verticillium ruberrimum (= Acrostalagmus cinnabarinus).
4. Harz. *Ueber Trichothecium roseum Link und dessen Formen* (1871).
5. Fresenius. *Beiträge zur Mykologie*, p. 18, tab. III, fig. 1-8.
6. Coemans. *Bull. de la Soc. roy. de Belgique*, 1863, p. 167.
7. Lœw. *Ueber zwei kritische Hyphomyceten*. Berlin, 1874.

roseum, démontre l'inexactitude des conclusions de ses deux devanciers. Relativement au travail d'Hoffmann, il établit que l'*Acrostalagmus cinnabarinus* vit fréquemment en parasite sur divers champignons (*Penicillium*, *Trichothecium*, etc.) et qu'il peut aussi végéter normalement d'une façon indépendante. Le cas observé par Hoffmann est un cas de parasitisme, et « jusqu'à ce jour, dit Lœw, une parenté du *Trichothecium* et de l'*Acrostalagmus* n'est pas établie. » Toutefois, il reste du travail d'Hoffmann un point qui semble acquis, à savoir la formation, dans des conditions non précisées, de petites conidies arrondies, solitaires à l'extrémité des ramifications du mycélium issu de la spore bicellulaire. Lœw, qui figure diverses germinations du *Cephalothecium*, n'a pas observé ces conidies.

Quant à la prétendue identité proposée par Karsten[1], admise par Harz, du *C. roseum* avec l'*A. oligospora*, Lœw, venant du reste à la suite de Woronine[2] et de De Bary[3], établit qu'elle n'existe pas[4].

Depuis, nul ne s'est occupé des différentes formes reproductrices du *C. roseum*[5]; et à l'heure actuelle, comme il y a cinquante ans, on ne connaît bien du *Cephalothecium* que la forme normale, avec épi de spores bicellulaires.

Ce chapitre de mon travail a pour but de signaler l'existence d'une deuxième forme reproductrice entièrement différente de la première : forme qui, dans certaines conditions déterminées, se produit toujours, et qui, dans d'autres conditions parfaitement déterminées aussi, ne se produit jamais. De mes observations résulte encore ce fait que certains échantillons, certaines *variétés* de *Cephalothecium roseum*, ne présentent jamais le cas de polymorphisme dont je parle.

1. Karsten. *Botan. Unters*, p. 229.
2. Woronine. *Beiträge zur Morphologie*, 3e série, p. 30.
3. De Bary. *Bot. Zeit.*, 1867, p. 76.
4. Voir pour plus de détails, p. 62.
5. M. Berlese a décrit sous le nom de *C. roseum*, var. *arthrobotryoides*, un véritable *Arthrobotrys*. Voir p. 63.

II. — *CEPHALOTHECIUM ROSEUM*, VAR. α.

Le premier échantillon de *Cephalothecium roseum* sur lequel ont porté mes observations, m'a été obligeamment fourni par M. Costantin. J'en ai fait de nombreuses cultures sur des milieux très variés, et c'est le résultat auquel elles m'ont conduit que je vais exposer tout d'abord.

(*a*) Cultures sur gélatine nutritive.

Semé dans un tube de bouillon gélatiné et peptonisé, le *Cephalotecium roseum* y germe au bout de vingt-quatre heures à la température ordinaire du laboratoire (15 degrés environ). Le développement en est très rapide. Le semis en strie longitudinale donne naissance à une ligne de duvet blanc, stérile, de laquelle s'échappent de nombreux filaments mycéliens qui vont s'irradiant vers les bords de la culture. Ces filaments, rampant à la surface de la gélatine, y forment une mince pellicule soyeuse qu'on ne distingue bien que par transparence. Au bout de huit jours, la culture est en pleine vigueur ; le centre d'abord, puis les bords, sont devenus fructifères; toute la gélatine est recouverte d'un fin duvet blanc rosé, au milieu duquel on distingue à la loupe une multitude de petites têtes rosées[1].

A ce point du développement, si l'on examine la plante au microscope, on y reconnaît un mycélium rampant formé de longues cellules régulières (30-70 μ sur 3-5 μ), sur lequel se dressent de nombreuses tigelles fructifères. Étudions le déve-

1. La coloration rosée de la culture de gélatine est loin d'être constante; j'ai obtenu souvent des cultures entièrement blanches. Dans ces conditions, j'estime que le *C. candidum* Bonorden (*Handbuch der Mykologie*, p. 81, fig. 89), qui ne diffère guère du *C. roseum* que par la couleur, n'est pas une forme autonome. Elle doit disparaître de la classification.

veloppement de l'une d'elles : c'est là qu'est la caractéristique du genre *Cephalothecium*.

Appareil fructifère normal. — Le filament dressé, d'abord non cloisonné, acquiert dans la suite 3 ou 4 cloisons. Quand il a atteint une taille de 150 μ environ, il se renfle à l'extrémité en une petite boule ovale qui s'isole à la base par une cloison. C'est la future première spore, encore monocellulaire. Arrivée à ce point, deux cas peuvent se présenter : (*a*) ou bien la spore ainsi indiquée va acquérir dès maintenant ses caractères définitifs, (*b*) ou bien la seconde spore va auparavant bourgeonner à la base de la première, celle-ci ne prenant que plus tard son développement complet.

(*a*) Dans le premier cas, qui est le plus fréquent, la spore terminale grandit, s'infléchit sur l'axe, s'arrondit à son extrémité, s'atténue en pointe à sa base, puis se cloisonne transversalement (fig. 1). Des deux cellules ainsi formées, la cellule proximale est la plus petite en général; mais les deux ont, comme nous le verrons plus loin, une importance égale dans la germination.

A ce stade (fig. 1 et 2) la plante présente une analogie frappante avec le *Trichothecium roseum* Link, dont les spores sont souvent infléchies sur l'axe. De Bary [1], qui en a fait la remarque, pense que les deux formes ne sont sans doute pas spécifiquement distinctes : si, dans certaines conditions encore inconnues, le développement du *Cephalothecium roseum* s'arrêtait à ce stade, les deux espèces seraient alors identiques. Mais dans le type de *Cephalothecium* que j'ai étudié et dans les conditions où je me suis placé, j'ai toujours vu le développement se poursuivre au delà, et une deuxième spore prendre naissance.

Cette seconde spore naît, à la base de la première, tantôt comme un bourgeonnement de l'extrémité de l'axe sporifère, tantôt comme un bourgeonnement de la partie inférieure de la spore déjà formée. C'est encore un renflement ovale (fig. 2) qui grandit,

1. *Loc. citat.*

puis qui s'isole et se cloisonne. Et ainsi de suite : une troisième spore naît au pied de la deuxième, puis une quatrième, au pied de la troisième, etc. Il se forme ainsi un épi, dont le nombre de spores augmente jusqu'à atteindre le chiffre de 10 ou 12 : mais les spores se trouvant naître d'une part assez exactement suivant une ligne spiralée, d'autre part au voisinage immédiat l'une de l'autre, l'épi qu'elles constituent est ramassé sur lui-même, et, sauf quelques exceptions, présente l'aspect d'un capitule (fig. 3). C'est ce qui avait induit en erreur Corda et quelques autres observateurs.

(*b*) Il est des cas où le processus de formation de la grappe est quelque peu différent. Dès que l'extrémité du pédicelle fructifère s'est renflée quelque peu (fig. 4), avant que la spore naissante ait atteint sa taille normale, avant même que la cloison qui la rend bicellulaire ait apparu, cette première spore se trouve rejetée de côté, et la seconde spore commence à se former. Celle-ci n'est, elle aussi, qu'un renflement de l'axe; au stade représenté par la figure 5, elle porte la première spore, à laquelle elle semble avoir donné naissance. Puis le même processus continue; le pédicelle fructifère se renfle sans discontinuer en une nouvelle spore qui supporte toute la série déjà formée (fig. 6), et c'est beaucoup plus tard seulement que les cloisons transversales apparaissent. Comme on peut le prévoir, ce sont les spores les plus anciennes qui se cloisonnent les premières.

Ce deuxième mode de formation de l'épi fructifère présente un intérêt, car il donne naissance à une chaînette de spores (fig. 8) qui n'est pas sans présenter quelque ressemblance extérieure avec la guirlande de conidies que je signale dans le développement de l'*Arthrobotrys*[1]. Mais il n'y a là qu'une ressemblance toute fortuite : le processus de formation est entièrement différent dans les deux cas et il serait illusoire de chercher là un lien de parenté entre les deux formes. L'identité de ces Mucédinées ayant été souvent affirmée, il n'était pas inutile

1. Voir plus loin, p. 70.

de montrer en passant cette fausse ressemblance, à condition d'en faire aussitôt justice.

Spore bicellulaire. — La spore bicellulaire adulte a une forme et des dimensions variables. Elle est en général piriforme, avec une légère constriction au niveau de la cloison; les deux cellules sont subégales. Les dimensions de la spore sont en moyenne 10-12 μ sur 7-8 μ.

Sur gélatine nutritive, à 25 degrés, la spore bicellulaire germe au bout de vingt-quatre heures : chacune des cellules pousse un ou deux filaments germinatifs qui vont se ramifiant et se cloisonnant rapidement (fig. 10). Souvent il arrive que la gélatine se liquéfie ; mais le développement se poursuit quand même.

Les cultures se conservent vivantes très longtemps (jusqu'à deux ans) sans présenter d'autre appareil reproducteur que celui que nous venons d'étudier en détail.

(*b*) Autres milieux de culture.

Les cultures sur bouillon gélosé et peptonisé ne présentent pas de différences sensibles avec la précédente, si ce n'est qu'elles ne se liquéfient point.

Les mêmes caractères dans la végétation du mycélium, dans le mode de naissance et la nature des spores, s'observent dans les cultures sur crottins variés, sur bois, sur feuilles mortes et sur tous les milieux liquides (urine, bouillon, jus sucrés acides ou basiques, jus de carotte, etc.). Il n'y a de différence que dans l'abondance de la culture, variable avec la richesse nutritive du milieu; mais, *dans aucun cas*, je n'ai vu apparaître de forme reproductrice aérienne autre que la forme ordinaire.

Il en est tout différemment dans les cultures sur tranches de pomme de terre par exemple. Celles-ci présentent *toujours*, consécutivement à la première, une seconde forme reproductrice entièrement différente. Je vais décrire maintenant ces cultures.

(*c*) Cultures sur pomme de terre.

Le *Cephalothecium roseum* pousse facilement sur pomme de terre à la température ordinaire; à 25 degrés le développement est plus rapide encore. Le long de la ligne longitudinale de semis naît un mycélium blanc, d'abord entièrement développé en hauteur et stérile. Peu à peu ce mycélium gagne sur les côtés et s'y étale lentement. En même temps, il devient au centre plus floconneux, plus touffu, et rosé; la phase fructifère commence. Au bout de quinze jours, toute la surface de la pomme de terre est recouverte d'une culture vigoureuse, formant un duvet de plusieurs millimètres de hauteur, d'un rose pâle. Certaines régions cependant restent indéfiniment blanches : ce sont des points où, pour une cause inconnue, la fructification ne se fait pas. La couleur rose est donc localisée sur les spores.

A ce stade du développement, la plante, examinée soit à la loupe, soit au microscope, offre les mêmes caractères que les échantillons provenant d'une culture sur gélatine nutritive ou gélose.

Deuxième appareil fructifère. — Mais vers le quinzième ou le vingtième jour, on voit apparaître à la surface du tapis rosé qui recouvre la pomme de terre, de petites taches d'un rouge franc, naissant de préférence en grand nombre dans certaines régions, et qui, en s'étendant et s'agglomérant peu à peu, arrivent à former des masses rouges de plusieurs millimètres de diamètre. Au bout de deux mois, dans des conditions favorables, l'ancienne culture est presque complètement envahie par ces productions nouvelles.

Ces taches, d'un beau rouge brique[1], sont formées d'un mucilage renfermant, comme le décèle un examen rapide au microscope,

1. Teinte *testaceus* de la Chromotaxie de Saccardo.

des myriades de petites spores monocellulaires, animées d'un vif mouvement brownien[1].

Il est à peu près impossible de se rendre compte de l'organisation de ce deuxième appareil reproducteur, si l'on s'adresse à des cultures où les masses mucilagineuses sont déjà visibles à l'œil nu. On n'observe dans ce cas que quelques filaments épars, parfois de petits arbuscules (fig. 12, 13, 14) noyés au milieu d'une infinité de petites spores tombées. Il faut de toute nécessité en suivre le développement et essayer de saisir les premiers stades. Le moyen le plus sûr consiste à faire une douzaine de cultures environ, dans des tubes de pomme de terre aussi identiques que possible, en ayant soin d'espacer les semis de 24 heures en 24 heures. A un moment quelconque, on a douze cultures d'âges différents, la plus vieille ayant onze jours de plus que la plus récente.

Au vingtième jour, par exemple, on examine à la fois toutes les cultures. Dans les plus jeunes, qui n'ont que 8 jours, on ne rencontre aucune trace du second appareil reproducteur ; dans les plus âgées, qui ont 20 jours, les gouttelettes rouge brique sont déjà volumineuses, et il devient difficile de voir l'insertion des spores ; mais en remontant peu à peu la série, on arrive aux stades favorables pour l'observation, aux stades de début.

La figure 11 représente l'un d'entre eux. On y voit nettement comment le nouvel appareil reproducteur s'insère sur le mycélium qui jusqu'alors avait porté l'ancien. Sur un filament de diamètre normal, et très régulier dans toute sa longueur, on voit naître, seulement à la partie subterminale, un grand nombre de filaments secondaires plus minces. Leur diamètre n'est que de 1 à 2 μ, celui du filament principal étant 4 à 5 μ. Des qu'ils atteignent de 10 à 25 μ de longueur, ils deviennent fructifères : leur extrémité se renfle légèrement en une petite spore ovale, incolore, de 3-5 μ de long sur 1-3 μ de largeur. Bientôt ces filaments secondaires se ramifient : du tiers inférieur partent

1. J'ajouterai en passant que la petitesse et la forme de ces spores, jointes à leur perpétuel état de mouvement, pourraient laisser croire à l'envahissement de la culture par une colonie bactérienne ; ce qui va suivre montre bien qu'il n'en est rien.

2, 3, 4 rameaux disposés assez régulièrement en verticille, et chacun de ces rameaux donne à son tour une spore à l'extrémité. Les branches secondaires se ramifiant à leur tour, et de plus en plus irrégulièrement, le filament principal se trouve à la fin porter un grand nombre d'arbuscules enchevêtrés (fig. 12). Chacun d'eux présente à son début, comme nous venons de le voir, une ramification verticillée, une symétrie radiaire assez nette (*a*, fig. 11) ; elle disparaît très vite par l'adjonction de branches supplémentaires, mais il importe de remarquer que cette disposition verticillée est originelle et par conséquent fondamentale.

La spore née à l'extrémité de chaque ramuscule ne reste pas solitaire ; il s'en forme au même point une deuxième, puis une troisième et finalement un grand nombre. Bien qu'isolées l'une de l'autre et détachées du pédicelle, ces spores ne tombent pas : une gouttelette mucilagineuse les maintient agglutinées à l'extrémité du pédicelle, par une disposition analogue à celle qu'on observe chez les *Acrostalagmus*, les *Acremonium* et certains *Verticillium*.

Or, d'une part le nombre des rameaux de chaque arbuscule est considérable (fig. 12) ; d'autre part, ces arbuscules se trouvent réunis en très grand nombre sur une faible longueur du filament principal (40 sur une longueur de 120 μ) (fig. 11) ; on conçoit donc la formation des larges taches rouges qu'on observe à la surface des cultures. Tous les arbuscules voisins, nés en une même région du filament mycélien principal, concourent à former, par leur coalescence, une des petites gouttelettes rouges qui sont les premiers indices extérieurs d'une phase nouvelle dans le développement. Puis ces gouttelettes s'étalant et se fusionnant entre elles, on obtient l'état définitif, que présentent toutes les cultures sur pomme de terre au bout de quelques mois.

La puissance prolifique de cet appareil reproducteur est vraiment extraordinaire. Dans une culture âgée de deux mois, on peut sans exagération évaluer à plusieurs centaines de millions le nombre de conidies ainsi agglutinées. Je ne sais nulle part, dans tout le groupe des Champignons, une richesse en spores comparable à celle-là. Les bactéries seules sont le siège d'une prolifération aussi abondante.

Ces petites spores peuvent germer. Elles produisent le *Cephalothecium* normal, au même titre que les spores bicellulaires. On en suit facilement le développement dans une goutte de bouillon, en culture cellulaire. La spore se renfle quelque peu et pousse un tube mycélien unique qui se ramifie dans la suite (fig. 15).

Cette forme, à spores agglomérées en *capitules dissociés* à l'extrémité de rameaux pseudo verticillés, est-elle connue isolée de la forme normale? Je ne le crois pas. Parmi les nombreux *Verticillium* et *Acrostalagmus* décrits par les auteurs, je ne vois guère que le *Verticillium nanum* Berk. et Br.[1] qui, par sa ramification imparfaitement verticillée et la petitesse de ses conidies (3 μ sur 1 μ), s'en rapproche quelque peu. Je pense que la forme en question n'a pas encore été décrite; je l'appellerai simplement : *forme pseudoverticillium* du *Cephalothecium roseum*.

Les cultures sur tranches de carotte et de navet présentent aussi, mais à un moindre degré, ce mode de reproduction par conidies monocellulaires. C'est de place en place seulement que se développent les petites colonies rouges : jamais elles ne s'agglomèrent en masses volumineuses. De plus elles n'apparaissent que fort tard, et certaines cultures n'en possèdent même jamais.

Nous avons donc là toutes les transitions entre le cas des cultures sur pomme de terre, où la formation d'un grand nombre de conidies est la règle absolue, et le cas des cultures sur bouillon gélatiné ou gélosé, où il ne s'en produit jamais.

J'ai cherché à déterminer si la lumière avait une influence sur la production de ces spores. L'intensité de la lumière n'en a aucune : les cultures faites soit à la lumière solaire, soit à la lumière diffuse, soit à l'obscurité, présentent indifféremment le même développement des conidies monocellulaires. Le choix de certaines radiations lumineuses semble aussi rester sans effet sur le phénomène. Des cultures placées sous des cloches à double paroi remplies de liquides colorés divers, ne m'ont donné aucune différence dans le développement.

1. Berkeley et Broome. *Ann. N. H.*, n° 532, t. VII, fig. 18. — *Verticillium nanum* var. *Corticii*, Sacc. *F. it.*, t. 726.

La température ne semble pas non plus avoir d'influence sensible. Dans les limites restreintes entre lesquelles je me suis placé, de 10 à 28 degrés, plus la température est élevée, plus le développement des conidies monocellulaires est considérable. Mais comme il en est de même pour les spores bicellulaires, l'élévation de température agit ici, non pas en faveur de tel ou appareil reproducteur, mais uniquement sur la vigueur générale de la culture.

L'influence de l'humidité comme facteur unique est également à rejeter. Des cultures aussi desséchées que possible, sur du bois ou du fumier, d'une part, et d'autre part, des cultures en boîtes sur milieux liquides, n'ont jamais ni l'une ni l'autre fourni le second mode reproducteur.

Il semble donc que ce soit l'influence du milieu nutritif, jointe à celle de l'âge de la culture, qui entre ici en jeu.

Chlamydospores. — Les cultures sur bouillon présentent souvent, incluses dans le liquide, de petites masses sphériques monocellulaires, à contenu granuleux, à membrane épaissie, isolées à l'extrémité de longs filaments (fig. 16). Bien que je n'en aie jamais observé la germination, je les considère comme des chlamydospores, analogues à celles que donnent fréquemment en culture cellulaire une foule de Champignons, par exemple les Mucorinées. La forme circulaire de ces spores, leur dimension (diam. 6 μ), leur mode de naissance, les éloignent à la fois des spores bicellulaires et des conidies ovales de la forme *pseudoverticillium*; c'est une troisième sorte de spores, peut-être identique à celle qu'a signalée Hoffmann, et qu'il rapportait inexactement à l'*Acrostalagmus* parasite de ses cultures.

Souvent aussi j'ai remarqué, de place en place, dans les cultures en bouillon liquide, une ramification en broussaille des filaments mycéliens, disposition dont l'aspect n'était pas sans rappeler les débuts de périthèce de certains Ascomycètes. Mais jamais ces productions n'ont abouti à des formes ascoporées, et le rattachement du *Cephalothecium roseum* aux Ascomycètes n'est encore qu'une hypothèse.

III. — *CEPHALOTHECIUM ROSEUM*, VAR β.

J'ai rencontré, sur des feuilles de *Rubus fruticosus* mises à l'humidité sur une assiette, un échantillon de *Cephalothecium roseum* dont les cultures ne m'ont jamais présenté la forme *pseudoverticillium* que j'ai étudiée plus haut. La plante en question est cependant aussi un *Cephalothecium roseum*, au même titre que celle dont je me suis occupé jusqu'alors.

A la vérité, les caractères morphologiques n'en sont pas absolument les mêmes. Celle-ci croît plus rapidement ; les cultures sur pomme de terre en sont plus cotonneuses et plus rosées ; enfin au microscope on reconnaît que les filaments mycéliens sont plus larges (6-7 μ au lieu de 4-5 μ) et les spores un peu plus volumineuses (14-16 μ sur 8-10 μ au lieu de 10-12 μ sur 7-8 μ). Mais ce ne sont pas là des différences spécifiques : elles sont de l'ordre de celles qu'on observe dans les diverses régions d'une même culture, et tout observateur non prévenu rapporterait sans hésitation cette forme au *Cephalothecium roseum* décrit et figuré par les auteurs. La seule différence morphologique qui les sépare est précisément le caractère mis en relief dans le présent travail, à savoir, la formation de conidies monocellulaires (forme *pseudoverticillium*) dans l'une, et son absence dans l'autre.

Dans ces conditions, comment devons-nous envisager ces plantes, et quel lien de parenté devons-nous leur attribuer?

La variété β semble être le type normal du *Cephalothecium roseum*. Dans aucun cas elle ne présente la forme *pseudoverticillium*, et c'est elle sans doute que les auteurs ont eue entre les mains.

La variété α lui est sensiblement identique au point de vue morphologique, et dans la grande majorité des cas (cultures sur morceaux de bois, sur feuilles, sur milieux liquides, etc.), elle aussi ne

présente que la forme normale à grappe de spores bicellulaires. Mais dans quelques cas (cultures sur carotte et navet) la forme *pseudoverticillium* peut apparaître, et même dans un cas où certaines conditions très précises sont réalisées (culture sur pomme de terre à 20°), elle apparaît toujours.

Deux hypothèses sont possibles :

1° La variété α serait issue de la variété β. Elle en aurait gardé sensiblement les caractères morphologiques, mais elle aurait acquis un nouvel organe reproducteur. La faculté de donner ainsi naissance, dans des conditions déterminées, à un appareil fructifère se serait maintenue par hérédité et aurait acquis un caractère de fixité absolue.

2° La variété β serait issue de la variété α, par perte du second organe reproducteur. Cette faculté de ne jamais produire de deuxième appareil fructifère se serait fixée par hérédité.

Dans l'un ou l'autre cas une variété véritable se serait donc créée à un moment donné.

On peut se demander si, par une culture indéfiniment transmise de pomme de terre à pomme de terre, la variété β arriverait, à un moment donné, à présenter, elle aussi, la forme *pseudoverticillium* ; et inversement si, par une culture indéfiniment transmise de gélose à gélose, la variété α ne finirait pas par perdre cette faculté. On assisterait alors, dans l'un ou l'autre cas, à la création d'une variété à partir d'une autre variété. Autant que j'ai pu m'en convaincre, et étant donnée la longue durée nécessaire au développement complet d'une culture, une série de cultures faites pendant plusieurs années serait nécessaire avant qu'on pût noter quelque modification soit dans un sens, soit dans l'autre.

Résumé.

A l'heure actuelle, nos connaissances précises sur le *Cephalothecium roseum* Corda, accrues dans une notable proportion par le présent travail, peuvent se résumer ainsi[1] :

1. Les résultats énoncés dans tous ces paragraphes, à l'exception du premier, sont entièrement nouveaux.

1° Le *C. roseum* présente comme appareil sporifère normal un épi de spores bicellulaires.

2° Certaines races (variété β) de *C. roseum* ne présentent jamais d'autre appareil reproducteur aérien.

3° Certaines autres races (variété α) peuvent présenter, dans certains cas seulement, un second appareil reproducteur aérien (*pseudoverticillium*) :

(*a*) Le *pseudoverticillium* ne se produit *jamais* dans les cultures sur milieux liquides, sur morceaux de bois, sur feuilles mortes, etc.

(*b*) Le *pseudoverticillium* se produit *parfois* dans les cultures sur carotte ou navet.

(*c*) Le *pseudoverticillium* se produit *toujours* dans les cultures sur pomme de terre à 20°.

4° Le *C. roseum* en milieu liquide peut donner des *chlamydospores*.

5° Le *C. candidum* Bonorden n'est qu'une forme incolore du *C. roseum* Corda.

CHAPITRE IV

Arthrobotrys superba.

(Planches V et VI)

I. — HISTORIQUE.

Corda a, le premier, décrit sous le nom d'*Arthrobotrys superba*, et figuré dans son *Prachtflora*[1], une très jolie Mucédinée, qui a été retrouvée depuis par plusieurs observateurs, mais dont l'histoire est encore imparfaitement connue.

Cette Mucédinée est caractérisée par une petite tige fructifère dressée, simple, présentant de distance en distance des nœuds très légèrement renflés, munis de verrues portant les spores. Celles-ci sont hyalines ou rosées, et toujours bicellulaires à la maturité.

En 1863, Fresenius[2] a donné le nom d'*Arthrobotrys oligospora* à une forme voisine de la précédente, mais dont les capitules de spores étaient en bien moins grand nombre.

La même année, Coemans[3], reprenant l'étude de ce genre, a rattaché l'*A. oligospora* Fres. à l'*A. superba*, dont il ne serait qu'une variété. Coemans décrit trois formes principales de l'*A. superba* :

1. *Prachtflora*, p. 43, pl. XXI.
2. Fresenius. *Beiträge zur Mykologie*, p. 18, tab. III, fig. 1-7.
3. Coemans. *Bulletin de la Soc. roy. de Botanique de Belgique*, 1863. Révision des genres *Gonatobotrys* et *Arthrobotrys*, p. 178, fig. 17-18.

1° La forme normale à nombreux verticilles de spores bicellulaires;

2° Une forme appauvrie, à un petit nombre de capitules, qui ne serait autre que l'*A. oligospora* Fres.;

3° Une forme singulière, non figurée par l'auteur, et où l'on trouve, dit-il, « des tigelles subrameuses, à cellules courtes et assez irrégulières, portant quelques spores, non plus disposées en verticille, mais isolées ou géminées et rattachées à la tige par un pédicelle plus ou moins allongé ».

Coemans admet que ces trois formes se rapportent au même champignon, parce qu'il les a trouvées pêle-mêle sur un support commun. Mais c'est là une raison insuffisante, et si les deux premières formes semblent, comme nous le verrons, être bien réellement des variétés d'une même espèce, il n'en est pas de même de la troisième, et, sur ce point, Coemans n'apporte aucune preuve à l'appui de sa manière de voir.

J'élèverai le même doute sur la forme à petites conidies pointues aux deux bouts, dont il parle (*op. cit.*, p. 177, fig. 18). Aucun des observateurs qui, depuis 1863, se sont occupés de l'*Arthrobotrys*, n'a rien signalé d'analogue : j'ai fait moi-même de nombreuses cultures dans des conditions très variées, de trois formes différentes d'*Arthrobotrys*, et jamais je n'ai rien observé de semblable.

C'est à Woronine [1] qu'on doit la première étude morphologique sérieuse de l'*A. oligospora*. Il a, entre autres particularités, signalé l'existence de chlamydospores rondes échinulées, naissant directement sur les germinations des spores bicellulaires ordinaires. Il a reconnu aussi la grande facilité qu'ont les filaments mycéliens de s'anastomoser entre eux, et a décrit les *anses* caractéristiques qui se produisent dans la végétation de ce champignon. J'ai eu l'occasion d'observer quelques conséquences très remarquables de cette facilité d'anastomose, conséquences qui avaient échappé à Woronine et que je décrirai plus loin en détail.

L'*Arthrobotrys oligospora*, qui, ainsi que nous le verrons dans la

1. *Beiträge zur Morphol. und Phys. der Pilze*, 3e partie, p. 29, tab. VI, fig. 8 à 23.

suite, est la forme la plus répandue de l'*A. superba*, est actuellement le seul *Arthrobotrys* bien défini et bien connu. Les espèces de Preuss[1], *A. recta* et *A. longispora*, ne sont figurées nulle part, et les diagnoses qui en sont données par Preuss sont trop insuffisantes pour qu'on puisse se prononcer sur leur valeur spécifique. Enfin, l'*A. rosea* de Massee[2], que je ne connais que par la diagnose qu'en donne Saccardo, me semble ne pas différer essentiellement de l'*A. oligospora*.

Défini avec la précision qu'on trouve dans l'étude de Woronine, l'*Arthrobotrys oligospora* est bien nettement distinct du *Cephalothecium roseum* Corda. Toutefois, la chose n'a pas toujours paru évidente. A propos d'une étude de Münter[3] sur cette dernière forme (que l'auteur appelait par erreur *Arthrobotrys*), Karsten affirma que le *Cephalothecium* n'est qu'un stade du développement de l'*Arthrobotrys*; vraisemblablement il avait devant lui un mélange des deux formes.

Woronine[4], puis Lœw[5], ont montré que les stérigmates en forme de verrues et la disposition des spores en capitules étagés à diverses hauteurs, étaient des caractères constants du vrai *Arthrobotrys oligospora* Fres.; mais un an après le travail de Woronine, Harz[6], revenant sur ce sujet, arrivait au contraire, comme conclusion, à la synonymie suivante : *Cephalothecium roseum* Corda = *Arthrobotrys oligospora* Fres. = *A. superba* var. *oligospora* Coem. Le genre *Arthrobotrys* ne comprenait plus alors que la plante typique de Corda, à nombreux capitules, *A. superba s. s.*

Plus récemment, M. Costantin[7], ayant sous les yeux les deux formes, a fait voir que la fructification du *Cephalothecium* est, en réalité, un épi, et non un capitule, ce qui établit une différence essentielle avec l'*Arthrobotrys*.

1. Preuss. *Fl. Hoyerswerda*, 1853, nos 96 et 270.
2. Massee. *New microfungi*, p. 2, fig. 6-7.
3. Münter. *Ueber Fichten nadelrost. Botan. Unters. herausgegeben von Karsten.*
4. *Loc. citat.*
5. Lœw. *Ueber zwei kritische Hyphomyceten*. Berlin, 1874.
6. Harz. *Ueber Trichothecium roseum* Link *und dessen Formen*. Wien, 1871.
7. Costantin. *Les Mucédinées simples*, Paris, 1888, p. 94.

Cependant, comme si l'histoire des Mucédinées devait être un éternel recommencement, Berlese [1], rencontrant sur le Mûrier un champignon qui est, à n'en pas douter, un *Arthrobotrys oligospora* typique, le rattache au *Cephalothecium roseum* et en fait la variété *arthrobotryoides*.

L'étude que je vais faire de cette Mucédinée, jointe à celle qui précède sur le *Cephalothecium roseum* [2], permettra de se convaincre de la différence générique de ces deux êtres; j'ajouterai de nouvelles données morphologiques à celles déjà fournies par Woronine, et enfin je décrirai une forme nouvelle de la même espèce.

II. — FORMES *SUPERBA* ET *OLIGOSPORA*.

L'*Arthrobotrys superba* est relativement assez rare. J'ai observé la forme polyspore sur du crottin de cheval desséché, et aussi sur un morceau d'écorce d'aulne mis à pourrir dans une assiette: cette forme végète en général sur des milieux peu humides. Enfin je l'ai obtenue quelquefois dans des cultures pures (sur tranches de carotte) de l'*A. oligospora*, ce qui enlève tous les doutes relatifs à la spécificité commune de ces deux formes.

L'*A. oligospora* est, au contraire assez fréquent. Je l'ai trouvé en grande abondance sur des branches d'aune en décomposition, sur des rameaux de groseillier où se trouvait également le *Cenangium ribis*, sur du fumier, sur du papier pourri.

La culture en est facile. Sur pomme de terre ou navet, à 25°, dans un tube, le développement complet se fait en douze jours environ. Le mycélium se répand à la surface du substratum, y forme un feutrage serré et abondant, entièrement blanc; il

1. Berlese (1888). *Fungi moricolæ*, fasc. 5, n° 17, fig. 1-3; et *Malpighia*, p. 245, tab. XIV, fig. 19.
2. Voir plus haut, page 45.

envahit bientôt toute la partie inférieure du tube et ne donne de fructifications qu'à la partie tout à fait supérieure. Là le champignon prend une teinte rosée, la matière colorante se trouvant répartie dans les spores.

Les cultures sur tranches de carotte ont un aspect différent. Le mycélium qui se répand à la surface du substratum est beaucoup moins abondant ; parfois même il pénètre dans la couche superficielle de la carotte et forme ainsi comme une sorte de vernis luisant, de glacis, stérile dans toute son étendue. Les spores ne se forment qu'à la partie supérieure du tube; là, le mycélium est touffu et la culture fortement rosée.

L'*A. oligospora* se cultive encore assez bien sur des morceaux de navet, sur du crottin, sur du bois humide. Les cultures se font facilement à 15°, mieux encore à l'étuve entre 25° et 30°.

Dans les cultures vigoureuses, sur pomme de terre et sur carotte principalement, il n'est pas rare d'observer une *fasciation* nette des filaments. Les hyphes dressées voisines s'accolent, se soudent entre elles, jusqu'à former une petite touffe élancée dont l'extrémité vient s'étaler à la surface du verre, où elle se relie à une autre partie du mycélium. Mais jamais, quelles que fussent les conditions d'éclairement, de température, d'humidité, je n'ai pu assister à la formation de périthèces. Jusqu'à nouvel ordre l'*Arthrobotrys* doit rester dans le groupe des Mucédinées, où l'on est convenu de ranger provisoirement les moisissures dont on ne connaît pas encore la forme parfaite.

ÉTUDE MICROSCOPIQUE

Mycélium. — Le mycélium rampant à la surface du milieu nutritif est formé de cellules allongées (200 μ sur 4 μ) incolores ou légèrement rosées. Les anastomoses sont extrêmement faciles et fréquentes entre les filaments voisins. Dans les cas de fasciation, dont j'ai observé un grand nombre, les filaments qui courent parallèlement s'envoient, assez régulièrement de cellule à cellule (fig. 6), une branche anastomotique courte dont l'effet est

de maintenir le parallélisme des filaments en provoquant de plus en plus la fasciation. C'est ainsi que parviennent à se former d'épaisses colonnes plus ou moins cylindriques, à l'aspect de faux tissu, d'où peuvent s'échapper latéralement quelques tigelles sporifères.

Jamais je n'ai observé que la terminaison des touffes fasciculées portât des spores : celles-ci ne naissent que sur des filaments latéraux, tels que *f* (fig. 18), qui ont pour ainsi dire échappé à l'action des filaments voisins. Cette forme particulière de l'*Arthrobotrys* n'est donc pas à proprement parler une *forme agrégée*, comme l'est par exemple un *Coremium* par rapport à un *Penicillium* : elle est simplement fasciculée et peut-être faut-il voir là une tendance vers la forme ascophore.

La croissance des tubes mycéliens est normalement assez rapide : dans certains cas, elle peut l'être extrêmement. Il m'a été donné de suivre pendant quelques heures le développement d'un filament fructifère inséré sur une portion végétative fasciculée; le tout était détaché du reste de la culture et monté, pour l'examen microscopique, dans une goutte d'eau sous une lamelle. Dans ces conditions, l'extrémité sporifère a donné naissance à un bourgeon indiqué en *m* dans la figure 19 a. Les figures suivantes (19, b à e) donnent les états du même filament d'heure en heure; la croissance du bourgeon *m* a été de 10 μ la première heure, 30 μ la deuxième, 40 μ la troisième, 70 μ la quatrième, 50 μ la cinquième, etc..., 5 μ la seizième heure.

Pendant ce temps prenaient successivement naissance d'autres bourgeons, l'un *n* sur une spore jeune, l'autre *o* sur le filament, le troisième *p* sur une spore adulte. Les longueurs de chaque filament, mesurées au bout de chacune des cinq premières heures, sont consignées dans le tableau qui est à la page suivante.

Ce tableau montre que la croissance, d'abord lente pendant la première heure, a augmenté très rapidement pendant les heures suivantes, pour s'atténuer ensuite. Au bout de la seizième heure, l'accroissement était devenu insignifiant.

Cette marche du phénomène, jointe à son amplitude, montrent

bien qu'on a là une croissance anormale, due à l'immersion dans l'eau d'une portion restée vivante de la plante. Il est facile de constater, en effet, que dans une culture sur carotte par exemple, les filaments aériens de l'*Arthrobotrys* ne s'accroissent que lentement par rapport aux filaments rampants. Ceux-ci, à demi plongés dans le substratum plus ou moins liquide, y sont le siège d'une osmose active, dont ne profitent guère les filaments aériens; mais que l'on vienne à plonger ceux-ci dans un liquide, même aussi peu

HEURES.	*m*	*n*	*o*	*p*	TOTAL.
1	10	»	»	»	10
2	40	7	3	»	50
3	80	15	20	»	115
4	150	100	125	?	400
5	200	160	190	75	625
.	.				
.	.				
.	.				
.	.				
15	430				
16	435				

nutritif que l'eau, aussitôt l'osmose entre en jeu et la croissance augmente dans une proportion considérable.

Tout incomplète qu'elle soit, cette observation montre, je pense, que l'osmose à travers les parois latérales des cellules joue, dans la croissance des filaments mycéliens, un rôle prépondérant. Elle détermine, à l'intérieur des vacuoles cellulaires une turgescence dont l'action distend la membrane et provoque son extension. Quels sont les points où cette pression interne s'est d'abord manifestée? Le bourgeon *m* s'est montré le premier. Il occupe vraisemblablement la place de la troisième spore du capitule en voie de formation : ce point de la membrane où allait germer la spore offrait à la pression interne une résistance moindre que les points voisins, et s'est trouvé être le siège primitif de la croissance. Puis

est venu le tour de la spore jeune s', à paroi encore facilement extensible, et enfin celui de la spore déjà adulte s'' et du filament porteur lui-même[1].

Cette observation nous montre aussi — et c'est là un point important — un cas très net de substitution d'un filament germinatif à une spore : bien que rarement signalé, le fait est assez général chez les Mucédinées.

Appareil fructifère. — Normalement, les filaments fructifères de l'*Arthrobotrys* sont des tubes dressés, *simples*, hyalins, sensiblement rectilignes, cloisonnés, et de diamètre plus gros que les filaments stériles (diam : 8μ à la base, 5μ au sommet).

A leur extrémité, à peine renflée d'abord (fig. 2), prend naissance une spore terminale bicellulaire (fig. 3). Cette spore est au début une sorte de bourgeon sphérique porté sur un court et mince stérigmate (fig. 4) ; puis elle s'allonge, devient piriforme et prend une cloison transversale submédiane. Des deux cellules ainsi formées, la plus grande est la cellule la plus éloignée du pédicelle, la cellule distale. L'apport de liquide intracellulaire se continuant encore quelque temps, et la pression interne distendant leurs membranes périphériques, les deux cellules de la spore augmentent de volume ; mais la cloison transversale qui les sépare, étant également pressée de part et d'autre, n'a aucune raison de s'accroître et garde ses dimensions diamétrales. Il en résulte que la spore paraît s'étrangler vers sa partie médiane et prend l'aspect caractéristique que les auteurs ont signalé (fig. 8, *c*).

Les dimensions de la spore, assez variables, oscillent autour de 20μ sur 15μ. La cellule proximale a un contour triangulaire curviligne ; la cellule distale est subsphérique.

La première spore une fois arrivée à maturité, il en naît une seconde à côté d'elle, puis une troisième, etc., et le premier capitule de spores se trouve ainsi formé ; la tête qui le porte s'est

1. J'ajouterai qu'à partir de ce moment le faisceau mycélien sur lequel était inséré le filament fructifère et grâce auquel celui-ci a pu rester aussi longtemps intact et vivant, s'est mis lui-même à germer dans différentes directions. Dès lors, toute observation délicate et précise est devenue impossible.

légèrement renflée. A un moment donné, le filament pousse un prolongement qui fait un angle quelquefois assez sensible avec lui ; puis, sur ce prolongement, à une distance variant de 30 μ à 60 μ se forme de la même manière un second capitule, et ainsi de suite (fig. 1). Le nombre des capitules ainsi étagés est variable avec l'échantillon que l'on considère et avec le milieu sur lequel on le cultive. En partant d'un semis (absolument pur) de spores d'*Arthrobotrys oligospora*, où le nombre des capitules était normalement de 2 à 3, j'ai obtenu, au bout de quelques semaines, par culture sur carotte humide entre 25° et 30°, des formes ayant jusqu'à 16 capitules superposés. La forme typique de Corda, figurée par lui, ayant 12 capitules au maximum, l'hypothèse émise par Coemans[1] sur l'identité des deux formes *superba* et *oligospora* se trouve ici démontrée, et pour la première fois d'une façon certaine.

Je n'ai jamais observé la forme à un seul capitule que signale Marchal[2], si ce n'est, bien entendu, comme stade provisoire dans le développement du champignon (fig. 6). En revanche, j'ai rencontré très souvent la forme à 2-3 capitules qu'avait observée M. Costantin[3]. Ce sont, l'une et l'autre, des formes appauvries, mais non monstrueuses ; leur fréquence et la constance de leur caractère doit les faire considérer comme des variétés distinctes du type normal.

Il peut se manifester une autre forme d'appauvrissement dans l'*Arthrobotrys superba*. Au lieu de porter sur le nombre de capitules, comme dans les exemples qui précèdent, la réduction se fait sur le nombre de spores de chaque capitule. On peut même arriver, dans certains cas favorables, à n'obtenir plus qu'une seule spore par capitule (fig. 7) tout le long d'un même pédicelle. Une pareille forme s'observe fréquemment sur bouillon gélatiné ou gélosé ; sur ces milieux riches, les filaments croissent avec une grande rapidité ; il semble, pour ainsi dire, que l'activité vitale de la plante se porte de préférence sur le mycélium au détriment des spores :

1. Coemans, *loc. cit.*
2. Marchal. *Champignons coprophiles de Belgique.* Gand (1884-85), p. 33.
3. Costantin. *Les Mucédinées simples* (Paris, 1888), p. 55.

celles-ci ne se développent plus qu'en très petit nombre au niveau du capitule.

La figure 1 représente le cas le plus fréquent : le nombre de spores n'est que de 3 à 5 par capitule. Cette figure montre bien l'allure générale d'un filament fructifère. Par suite de l'angle que fait, avec le filament, son prolongement au-dessus de chaque capitule, la disposition générale est celle d'un sympode, d'ordinaire hélicoïde (fig. 1), parfois scorpioïde (fig. 7).

Il peut arriver que des capitules pauvres en spores se complètent peu à peu, alors même que les capitules suivants sont déjà en voie de formation. Souvent on voit naître une spore tardive à l'un des capitules de la base.

J'ai eu l'occasion d'observer plusieurs fois des filaments fructifères ramifiés : c'est évidemment une anomalie. Elle s'observe surtout dans les pédicelles qui s'échappent des touffes fasciculées (fig. 18). Comme les caractères du genre donnés par le *Sylloge* portent : « *Hyphæ erectæ, simplices* », j'ai pensé devoir signaler cette exception à la règle.

Je dois signaler aussi le cas observé déjà par Coemans[1], où, par suite d'un accroissement intercalaire local et anormal, les spores, d'ailleurs peu nombreuses à chaque capitule, sont assez longuement pédicellées (fig. 8).

J'arrive enfin à un point très spécial de l'histoire de l'*Arthrobotrys*. Je veux parler des anastomoses qui s'établissent entre les diverses spores d'un même capitule. Aucun observateur ne les a, jusqu'alors, signalées ; elles sont cependant le cas normal : je les ai observées dans toutes mes cultures, et partout où j'ai rencontré l'*Arthrobotrys à l'état naturel*, je les ai retrouvées plus ou moins développées, plus ou moins visibles, mais constantes.

Voyons en quoi elles consistent. Reportons-nous à la figure 5 et considérons le cas assez rare où les choses se passent le plus simplement. Dès la naissance de la seconde spore du capitule, quelquefois un peu plus tard, cette spore s'unit à sa voisine plus

1. *Loc. cit.*

âgée par un court filament, de 3 μ environ de largeur; puis le développement simultané des deux spores continue, et quand la seconde, soit un peu avant, soit un peu après son cloisonnement transversal, arrive à l'état adulte, la spore vieille, arrivée à maturité complète, se détache du pédicelle (fig. 5 et fig. 19 d). Elle tomberait si elle n'était retenue par son anastomose avec la plus jeune; mais, soutenue par ce singulier mode de support, elle reste souvent en place (fig. 5), et il n'y a presque rien de changé à l'aspect du capitule pendant ce stade. Quelquefois aussi (fig. 9), la spore ancienne est déplacée, soulevée, et l'aspect qu'on a alors sous les yeux ne laisse pas d'étonner si l'on n'a eu soin de suivre toutes les phases du processus.

Puis naît la troisième spore. Si elle est à proximité de la seconde, une anastomose se fait entre elles, et les deux spores anciennes se trouvent portées par leur congénère plus jeune; et ainsi de suite. Le même processus se répétant à chaque nouvelle naissance de spore, on peut avoir, dans certains cas favorables, une suite de 5 à 6 spores reliées ainsi l'une à l'autre, la guirlande tout entière se trouvant portée par la plus jeune (fig. 10).

Mais les choses sont loin de se passer toujours aussi régulièrement. Quand à un moment donné la spore nouvelle naît à une trop grande distance de la précédente, l'anastomose ne se fait pas, et la guirlande déjà formée reste en l'état jusqu'à ce que la chute de la spore récemment née entraîne le tout. Dans ce cas, il peut se faire une deuxième et même une troisième guirlande appartenant au même capitule (fig. 13); mais elles restent rarement distinctes, et que deux guirlandes viennent à se rapprocher suffisamment l'une de l'autre, il se fait entre elles une soudure nouvelle.

Parfois, la formation de la première guirlande est interrompue dès la seconde spore, et il peut se faire, comme dans le cas de la figure 11, qu'aucune des spores nées ultérieurement n'ait donné lieu à une guirlande nouvelle.

Si même la deuxième spore est trop éloignée de la première, la disposition que je signale ne se produira pas, et l'on rentrera

dans le cas figuré par les auteurs; mais on peut dire que c'est l'exception.

Quel que soit le nombre des spores constituant la guirlande, ce nombre fût-il réduit à deux (fig. 11), la spore terminale, la plus ancienne par conséquent, pousse un prolongement filamenteux, rectiligne, de 2 à 3 μ de diamètre, qui naît le plus souvent de la cellule distale de la spore (fig. 11), parfois de la cellule proximale (fig. 10).

Il peut arriver : ou bien que ce prolongement reste isolé (fig. 10 et 11), ou bien qu'il entre en relation avec une guirlande voisine, ou enfin que, passant à proximité de la tige fructifère, il se soude à elle. Dans ce dernier cas, assez fréquent, la chaîne de spores formant guirlande se trouve reliée par ses deux extrémités au filament sporifère; elle forme alors une touffe assez confuse de spores enchevêtrées, où il serait fort difficile de rien démêler si l'on n'avait commencé, comme nous l'avons fait plus haut, par l'étude des cas les plus simples fournis par ce singulier processus.

Woronine a dû avoir sous les yeux quelque chose d'analogue au cas complexe que je viens de décrire : la figure 20 de son mémoire[1] en fait foi; mais soit qu'il n'ait attaché à ce fait aucune importance, l'ayant sans doute pris pour un cas tératologique, soit que l'interprétation réelle lui en ait échappé, il n'en donne aucune explication[2].

La soudure de deux spores voisines se fait généralement entre les cellules proximales (fig. 1 et 12), quelquefois entre la cellule proximale de la spore plus âgée et la cellule distale de la spore jeune. Notons en passant que la spore germe toujours par sa petite cellule triangulaire (fig. 16), ce qui confirme le fait que c'est d'une cellule proximale que part l'anastomose. Au contraire, c'est généralement de la cellule distale de la dernière spore que part

1. Woronine, *loc. cit.*

2. J'ajouterai que la figure 20 de Woronine est disposée de façon à masquer complètement le point délicat. De la touffe de spores représentée dans cette figure 20, naît un filament dressé qui porte à son extrémité une chlamydospore échinulée; je n'ai jamais pu observer de chlamydospores dans ces conditions.

le filament libre qui termine la guirlande : le cas différent est l'exception (fig. 10).

Quoi qu'il en soit, ce fait de la formation de guirlandes de spores par des anastomoses successives est un fait constant, d'un caractère très général pour toutes les formes d'*Arthrobotrys* que je connais [1]. Outre l'intérêt qu'il présente en soi (intérêt réel puisque, du moins à ma connaissance, on n'a jamais rien signalé d'analogue chez aucun autre champignon), ce fait nous donne encore un renseignement qui n'est pas sans valeur. La disposition régulière des guirlandes de spores ne peut s'établir que si les stérigmates verruqueux qui leur donnent naissance sont disposés sur une ligne elle-même assez régulière. Or les auteurs admettent que les stérigmates sont à chaque nœud disposés sur une ligne spiralée. C'est en effet le cas typique, normal, théorique; mais, comme nous venons de le voir, c'est loin d'être le plus fréquent : le plus souvent la disposition des spores n'est soumise à aucune loi simple.

Germination de la spore bicellulaire. — La spore d'*A. superba* germe très facilement. De la cellule triangulaire, rarement de la grosse cellule terminale, part un filament mycélien, de 3 à 4 μ de largeur, d'abord simple et non cloisonné, puis qui va se ramifiant, se cloisonnant et anastomosant ses diverses branches.

Chlamydospores. — Woronine [2] figure des chlamydospores échinulées naissant directement sur les filaments mycéliens issus des spores. Je ne les ai jamais observées. Les seules chlamydospores que j'aie obtenues étaient monocellulaires, absolument sphériques, non pédicellées, et présentaient un noyau volumineux (fig. 15), tous caractères qui semblent les faire différer profondément de celles de Woronine.

Je rappelle enfin en passant que récemment Zopf [3] a signalé,

1. Sur la variété nouvelle d'*Arthrobotrys* que je décris plus loin, le même fait se produit, bien qu'assez rarement (fig. 23 a).

2. *Loc. cit.*, tab. VI, fig. 20-23.

3. Zopf. *Nova acta der k. k. Leop. Carol.-Deutsche Akad.*, t. LII, n° 7.

dans un *Arthrobotrys oligospora* vivant en parasite sur une anguillule (*Tylenchus*), des sortes de kystes qui n'avaient encore été observés par personne et que je n'ai pas eu l'occasion de rencontrer non plus.

III. — FORME *IRREGULARIS*.

La forme d'*Arthrobotrys* dont la description suit se distingue au premier coup d'œil de l'*A. superba* Corda et de sa variété *oligospora* Fresenius par l'extrême irrégularité des nœuds sur lesquels sont fixées les spores. Celles-ci ont une forme et des dimensions constantes, légèrement différentes de celles d'*A. superba*. Ces caractères, observés à l'état naturel sur un échantillon poussant sur du bois pourri, se sont conservés les mêmes par la culture; d'autre part, les cultures sur différents milieux nutritifs ont un aspect macroscopique entièrement différent de celles d'*A. superba*. Pour toutes ces raisons, j'estime que je suis en présence d'une forme fixée et stable d'*A. superba*, pour laquelle je propose le nom d'*A. superba* Corda, var. *irregularis* Matr.

Malgré la constance des caractères indiqués plus haut, je ne saurais voir là en effet une espèce autonome; connaissant le polymorphisme extrême de ces formes inférieures de Champignons, il faut se mettre en garde contre les créations trop hâtives d'espèces, et dans le cas qui nous occupe, les différences de structure sont trop peu accentuées pour justifier une délimitation spécifique sérieuse.

La variété *irregularis* est franchement rosée sur tous les milieux de culture ordinairement employés; sur tranches de carotte, elle se développe abondamment en devenant fructifère d'une extrémité à l'autre de la culture. Çà et là on y observe des cas de fasciation.

Le mycélium ne présente pas de différence essentielle avec celui d'*A. superba*. Les tiges dressées atteignent facilement plusieurs millimètres de longueur, et se terminent par une région fructi-

fère portant jusqu'à 12 ou 15 capitules de spores étagés l'un au-dessus de l'autre. La distance qui sépare deux capitules successifs (10 μ à 50 μ) et la direction que prend la tige fructifère après chaque capitule sont tellement variables qu'il en résulte une dissymétrie profonde dans la chaîne sporifère.

J'ai représenté dans les figures 20, 21, 22 et 23 quelques-unes des dispositions les plus communes : la plupart des spores ont été enlevées pour laisser voir la forme des nœuds verruqueux. Ces nœuds ont une tendance à s'allonger latéralement, parfois même à se pédiceller (fig. 21), à se ramifier (fig. 22) jusqu'à donner parfois une sorte de petit arbuscule coralliforme dont chaque verrue porterait une spore (fig. 22 et 23 **d**).

Enfin, ici comme dans l'*A. superba*, j'ai observé des cas où le pied sporifère était ramifié (fig. 23 **c**), et des cas où les spores de chaque capitule s'agençaient en guirlandes (fig. 23 **a**). Le nombre des spores de chaque verticille varie de 3 à 12.

La spore a une forme plus allongée que celle d'*A. superba;* sa longueur est de 25 μ; sa largeur est au maximum 12 μ pour la cellule distale, 8 μ pour la cellule proximale. Elle naît, se développe et germe comme la spore précédente.

Cette variété nouvelle d'*Arthrobotrys* s'ajoute à la liste de celles déjà décrites; à ce jour on connaît donc quatre formes principales de l'*Arthrobotrys superba :*

1° La forme *superba* Corda *s.s.*; c'est la forme normale, à nombreux capitules.

2° La forme *oligospora* α Fresenius, à un petit nombre de capitules.

3° La forme *oligospora* β Marchal, à un seul capitule.

4° La forme *irregularis* Matruchot, à capitules irréguliers et irrégulièrement distribués.

Résumé.

En résumé, j'ai, dans le travail qui précède, établi les points suivants, tous nouveaux :

1° Les cultures d'*Arthrobotrys oligospora* conduisent à la forme *superba* : je démontre ainsi, pour la première fois d'une façon certaine, l'identité supposée des deux formes ;

2° Il existe une forme appauvrie d'*A. superba*, différente à la fois de celles décrites par Fresenius, Costantin et Marchal ; elle comprend une série de capitules monospores ;

3° L'*A. superba* peut présenter des chlamydospores monocellulaires, arrondies, pédicellées, différentes de celles qu'a signalées Woronine, et des kystes qu'a décrits Zopf ;

4° Toutes les variétés d'*Arthrobotrys*, aussi bien à l'état naturel qu'en cultures pures sur milieux artificiels, présentent des spores agencées en guirlandes ; c'est un fait caractéristique des *Arthrobotrys*. La nature de ces guirlandes et le processus par lequel elles se constituent sont décrits ici pour la première fois ;

5° L'*A. oligospora* peut offrir, dans certaines conditions, un cas très net de substitution d'un filament germinatif à une spore ;

6° Enfin, il existe une forme différente d'*Arthrobotrys*, la var. *irregularis*, non encore décrite, et caractérisée par ses capitules de forme coralloïde distribués irrégulièrement sur le pédicelle fructifère.

CHAPITRE V

Botryosporium hamatum.

(Planche VII, fig. 1—5.)

On ne connaît actuellement que trois espèces de *Botryosporium*. La mieux étudiée d'entre elles a été décrite d'abord, mais d'une façon insuffisante, par Corda [1] qui l'avait nommée *Botryosporium pulchrum*. M. Costantin [2] en a repris récemment l'étude et a montré que cette plante n'était autre que le *Phymatotrichum pyramidale* Bonorden (= *Botrytis pyramidalis* Sacc. [3]). Le nom donné par Corda reposait sur une description imparfaite; M. Costantin conserve le nom d'espèce dû à Bonorden [4] et la plante en question porte dorénavant le nom de *Botryosporium pyramidale* (Bon.) Cost.

Les caractères, précisés par M. Costantin, de l'espèce *Botryosporium pyramidale* sont les suivants : sur un mycélium rampant se dressent des filaments stériles à leur sommet, fertiles par les rameaux alternes qu'ils donnent à leur base. Sur ces rameaux, toujours assez courts, se développent 4 à 6 sphères brièvement pédicellées, sur lesquelles s'insèrent des spores ovales.

Les deux autres espèces de *Botryosporium* sont : *B. diffusum* Corda (= *Botrytis diffusa* Greville [5]) et *B. hamatum* Bonorden;

1. Corda. *Prachtflora*, t. XIX et *Anleitung*, tab. 16, fig. 6 à 8.
2. Costantin. *Sur un Botryosporium. Bull. Soc. Mycol.*, t. IV, pl. XIV, 1888.
3. *Sylloge fungorum*, vol. IV, p. 135.
4. Bonorden. *Handbuch der Mykologie*, p. 111, fig. 157.
5. *Scottish flora*, t. CXXVI, fig 2.

l'une et l'autre sont assez mal connues. C'est de la seconde que je vais m'occuper.

Le *B. hamatum* Bonorden a poussé en grande abondance sur des feuilles d'*Acer pseudo-Platanus* maintenues à l'humidité, et envahies d'autre part par un *Rhytisma*. Les touffes de *Botryosporium* se développaient de préférence sur les taches noires de *Rhytisma*, mais je n'ai pu saisir aucun lien entre eux.

A la surface de la feuille, le *B. hamatum* adulte forme des masses touffues, entièrement blanches, à contours nets, à surface veloutée. Plus tard, en vieillissant, la culture s'affaisse et devient légèrement jaunâtre.

La spore germe dans les milieux les plus divers; la plante pousse, par exemple, avec la plus grande facilité, sur des feuilles d'érable stérilisées au préalable à 115 degrés, et le développement se fait entièrement en quelques semaines. La culture en est aussi assez facile sur les milieux nutritifs ordinaires, et les caractères n'y sont pas différents de ceux que l'on observe à l'état naturel.

L'examen microscopique y montre un mycélium cloisonné, abondamment ramifié, souvent anastomosé et d'un diamètre très constant, 6 μ. Les filaments fructifères dressés sont de même diamètre et cloisonnés de 25 μ en 25 μ. D'abord simples, ils se ramifient promptement et donnent naissance sur leurs côtés à des branches fructifères; mais leur portion terminale, simple ou ramifiée, est toujours stérile (fig. 1, 2 et 3). C'est un premier caractère des *Botryosporium*.

La partie terminale du filament dressé principal présente des caractères très constants, qu'on peut considérer comme propres à cette espèce. En premier lieu, elle est toujours recourbée plus ou moins sur elle-même (fig. 1 et 3). Bonorden la dit crochue (*hamatus*, crochu) : en réalité, elle est le plus souvent spiralée, parfois avec une inflexion vers le bas (fig. 3).

En second lieu, et c'est ici une particularité que Bonorden n'a pas signalée, toute la partie terminale est finement échinulée (fig. 2 et 3). Ce caractère ne s'observe que dans les cultures déjà âgées, mais il est tout à fait précis et absolument constant; c'est

un caractère morphologique de premier ordre : à lui seul il permet de diagnostiquer la plante. De plus, et c'est encore un caractère des *Botryosporium*, le développement du *B. hamatum* est terminal; les filaments fructifères les plus jeunes sont les plus voisins du sommet (fig. 2).

Les branches nées du filament principal sont de deux sortes; les unes restent courtes et sont directement fertiles (fig. 2); les autres s'allongent indéfiniment et ne sont fertiles que par les branches secondaires qu'elles portent. Celles-ci offrent à leur tour les mêmes dispositions que les branches principales : on peut trouver sur elles des rameaux tertiaires fertiles à croissance limitée, et des rameaux, à croissance illimitée, fertiles seulement par leurs ramifications; et ainsi de suite. L'angle d'écart d'un rameau avec celui qui le porte étant toujours voisin d'un angle droit, la disposition en quadrillage est la règle pour les rameaux d'une même souche. A la vérité, cette règle n'est pas absolue : l'avortement de certains rameaux, le changement de direction de certains autres, arrivent à masquer souvent la disposition fondamentale.

En général, les rameaux de même ordre sont opposés ou verticillés par 3 ou par 4, ce qui ne s'observe pas dans le *B. pyramidale*, où les rameaux sont disposés en spirale; mais il arrive souvent qu'à l'extrémité du filament principal ou de l'un quelconque des rameaux d'ordre plus élevé, la symétrie n'existe pas. Dans les cultures où la plante, au lieu d'être ramassée sur elle-même en touffe dense, s'étale et s'éparpille au loin, c'est une disposition en grappes régulières de rameaux alternes qui s'observe le plus souvent (fig. 1). La figure de Bonorden, quoique très insuffisante, montre cependant que l'auteur a reconnu cette double disposition des filaments.

Il était nécessaire de noter ce fait en passant; nous verrons plus loin quelle conséquence importante on peut en tirer. Il nous montre dès maintenant que cette première différence avec le *B. pyramidale* n'est pas fondamentale et que la disposition alternée des rameaux n'est pas un caractère générique des *Botryosporium*.

Examinons maintenant d'un peu plus près la région où prennent naissance les spores. Nous avons vu qu'elles sont portées par de courts filaments latéraux. Dès que ceux-ci ont atteint 6, 8, quelquefois 10 μ de long, on voit se former à leur extrémité, 2, 3, 4 éminences qui vont grossissant et s'arrondissant jusqu'à former chacune une tête de 3 à 5 μ de diamètre (fig. 4). Sur ces têtes, se développent, en nombre variable (3 à 6), des basides[1] piriformes donnant naissance aux spores. Les basides, arrondies à la base, en pointe à leur sommet, ont une longueur de 6 à 8 μ. Chacune d'elles donne naissance à 1, 2, 3.... spores légèrement ovales, qui, au fur et à mesure, se détachent de la baside, mais restent agglutinées en une masse gélifiée, de tout point comparable à celle qu'on observe chez les *Acrostalagmus* et les *Acremonium*. Ici, ces masses mucilagineuses sont, non pas sphériques comme dans les exemples précédents, mais étalées en surface ; de la sorte toutes celles qui appartiennent à une même tête sporifère s'agglomèrent ensemble, et à la maturité, ce ne sont pas les spores isolées qui tombent, mais bien l'ensemble constitué par une tête avec les basides et les spores qui s'y rattachent. Quand on monte dans une goutte d'eau des préparations faites avec la plante jeune, toutes ces masses mucilagineuses se désagrègent instantanément, et sur les filaments on n'observe plus que les têtes sporifères avec leurs basides. Il reste souvent à l'extrémité de chacune de celles-ci une spore adhérente ; c'est la dernière en date, non encore détachée du stérigmate.

Une préparation faite avec une culture vieillie, et montée dans l'eau, ne laisse plus voir que les filaments mycéliens; têtes, basides et spores, devenues facilement caduques, se sont détachées de leur support et sont éparses dans le liquide d'inclusion.

Mais l'on peut, en procédant avec soin, faire des préparations qui permettent d'observer les choses en place. Un procédé qui réussit parfaitement consiste à plonger d'abord, pendant quelques secondes, la portion de la plante à examiner dans l'alcool à 90 degrés ; en y ajoutant une goutte de liquide gras (glycérine ou

1. Voir, relativement à ce mot, la note mise au bas de la page 94.

mieux acide lactique[1]) et recouvrant d'une lamelle, les spores restent accolées et on peut observer le nombre, la forme et la structure de ces agglomérations.

Avec une plante jeune on obtient ainsi, en place, tous les stades du développement, depuis la tête sporifère naissante et dépourvue encore de basides, jusqu'à l'état définitif où les spores sont agglomérées en masse. Avec une plante vieillie, les masses mucilagineuses restent encore intactes, comme coagulées par l'alcool ; mais alors, c'est entièrement détachées des hyphes, et éparses dans le champ, qu'on les observe (fig. 5). Il arrive même de rencontrer ainsi des agglomérations d'un volume relativement considérable, ayant jusqu'à 30 μ de long sur 15 à 20 μ de large. Elles correspondent, non plus à une seule tête sporifère qui se serait détachée, mais à tout un rameau tombé d'une seule pièce.

Il n'est pas rare de rencontrer des basides insérées directement sur les filaments mycéliens (fig. 4 extrémité du rameau) ; dans ce cas la tête sporifère ne s'est pas développée.

Les spores de *Botryosporium hamatum* sont petites, rondes ou ovales, et de taille assez constante, 3 μ sur 2 μ environ. Elles sont ordinairement transparentes ; toutefois j'ai recueilli, dans une assiette où séjournaient depuis quelques jours de la terre de bruyère et des prothalles de fougères, de nombreux échantillons de *B. hamatum*, les uns entièrement et toujours blancs, les autres d'une belle teinte vert clair quand ils sont adultes.

Dans ce dernier cas ce sont les spores qui portent la couleur. Le champignon étudié par Bonorden est signalé par lui comme verdâtre ; il s'agit sans doute de la variété dont je viens de parler.

Que ressort-il de l'étude morphologique qui précède ? Plusieurs résultats qui ne sont pas sans intérêt.

1. Je recommande cette technique à tous ceux qui ont à étudier des Mucédinées dont les spores sont agrégées en boule par un mucilage ; elle permet d'observer les choses en place, et d'éviter ainsi une erreur qu'ont faite de nombreux observateurs. C'est ainsi que le *Cylindrodendrum album* décrit par Bonorden et étudié depuis par M. Cornu (*Reproduction des Ascomycètes, Ann. des Sc. nat.*, 1876) possède à l'extrémité de chaque baside non une spore solitaire, mais un capitule dissocié analogue à celui des *Acrostalagmus*.

En premier lieu, le *B. hamatum* peut être maintenant considéré comme défini d'une façon précise, décrit qu'il est dans ses moindres détails. C'est une contribution, légère il est vrai, apportée à l'œuvre de revision, qui, à l'heure présente, s'impose aux études mycologiques.

En second lieu, le *B. hamatum* nous montre une complexité de l'appareil fructifère plus grande que le *B. pyramidale*. Les têtes sporifères ne donnent pas directement naissance à des spores bourgeonnant à leur surface ; les têtes portent des basides, et chacune de celles-ci un grand nombre de spores. De plus, dans le *B. pyramidale* Cost. les rameaux sporifères sont disposés en spirale le long du filament dressé ; dans le *B. hamatum*, au contraire, la règle est que les filaments fructifères soient opposés ou verticillés ; toutefois, nous avons vu que cette règle n'a rien d'absolu.

Le *B. hamatum* occupe donc une place tout à fait à part dans le genre *Botryosporium* défini par son espèce la mieux connue jusqu'à ce jour.

En troisième lieu, une comparaison rapide avec le *Verticillium pyramidale* Bonorden va nous convaincre de l'identité de celui-ci avec le *B. hamatum*. Le *V. pyramidale* diffère des véritables *Verticillium* et se rapproche du *B. hamatum* par ses hyphes dressées, à pointe recourbée, stériles au sommet, par le développement terminal des branches fructifères, par l'existence de basides courtes, trapues, disposées à peu près sans ordre sur des portions renflées de filaments. Enfin, Bonorden signale dans le *B. hamatum* et le *V. pyramidale* les spores comme rondes[1].

Le *V. pyramidale* Bonorden doit donc vraisemblablement disparaître du groupe des *Verticillium* où, à divers égards, il

1. Les spores que j'ai observées sont plus conformes au type des *Botryosporium* et légèrement ovales ; cela ne saurait constituer une différence importante. En tout cas, cette différence n'irait pas à l'encontre de l'identification, que je tente ici, des deux espèces de Bonorden ; si la différence était réelle, — ce que je ne crois pas, — elle tendrait à éloigner la forme que j'étudie de celle que Bonorden décrit sous le même nom.

semblait disparate, et n'être considéré à l'avenir que comme une forme de *B. hamatum* [1].

Il y a plus, et c'est là le dernier point sur lequel j'insisterai. Pour qui a eu sous les yeux le *B. hamatum* et lit avec soin les diagnoses données par Bonorden du *V. pyramidale* et du *V. hamatum*, cette dernière espèce doit encore disparaître. Le *V. pyramidale* n'est en effet qu'une variété blanche ou peut-être simplement l'état jeune du *V. hamatum*. Les caractères morphologiques importants : terminaison stérile et en hameçon des filaments dressés, disposition des spores en groupe à l'extrémité de basides ampulliformes, sont communs aux deux. Les diagnoses de Bonorden ne diffèrent guère que par la couleur des spores (vertes dans *V. hamatum*, incolores dans *V. pyramidale*). Ce sont là des différences d'ordre secondaire, qui s'expliquent fort bien si Bonorden a pris l'état jeune du *V. hamatum* pour une espèce autonome, puisque nous savons que certaines variétés du *B. hamatum* sont d'abord blanches, puis vertes.

Saccardo [2], qui a cru devoir faire un genre nouveau *Pachybasium* du *V. hamatum* à cause de la forme ampullaire spéciale de la baside, a du reste le premier émis l'hypothèse de l'identité du *V. hamatum* et du *V. pyramidale*. Mes recherches ne font qu'ajouter à la vraisemblance de cette hypothèse, en montrant que les caractères différentiels qui les séparent peuvent s'observer successivement sur la même plante. Il n'y a rien d'étonnant dès lors à ce que Bonorden ait donné à deux plantes qu'il croyait foncièrement différentes ce même nom d'espèce si caractéristique : *hamatum*. Le *V. pyramidale* fournit la transition de l'un à l'autre, et ce caractère très spécial du filament stérile crochu n'appartient en réalité qu'à une forme unique.

1. Certains rameaux fructifères du *B. hamatum*, où les basides s'insèrent directement sur les filaments (fig. 4), ressemblent à s'y méprendre à la figure que donne Bonorden du *V. pyramidale*.

2. Saccardo. *Fung. Alger. Tahiti. Gall.* p. 6 et *Sylloge*, p. 149.

Résumé.

En résumé, l'étude précédente, outre la description précise du *B. hamatum* Bonorden, dont l'auteur n'avait donné qu'une diagnose et une figure insuffisantes, nous conduit aux résultats suivants, tous nouveaux :

1° Le *B. hamatum* Bon. est bien un *Botryosporium* au sens défini par M. Costantin pour le *B. pyramidale* (Bon.) Cost. (= *B. pulchrum* Corda).

2° Il diffère principalement de ce *B. pyramidale* par la présence de basides interposées entre les têtes fructifères et les spores, et par la ramification des filaments, qui sont en général opposés.

3° Le *V. pyramidale* Bon. doit vraisemblablement disparaître, c'est sans doute une forme du *B. hamatum*.

4° Le *Pachybasium hamatum* (Bon.) Sacc. (= *V. hamatum* Bon.) doit disparaître et comme genre et comme espèce; ce n'est que la forme jeune de *V. pyramidale* Bon.

CHAPITRE VI

Fusarium polymorphum.

(Planche vii, fig. 6-14).

Wasserzug a étudié avec grand soin, en 1888[1], une Mucédinée qu'il rapporte au genre *Fusoma*, et qui est voisine sans doute du *F. glandarium* Corda ou du *F. tomentiforme*. Il a montré que cette plante était munie d'organes reproducteurs assez variés. On y trouve :

1° Toute une série de conidies incolores naissant à l'extrémité de filaments ramifiés, les unes ovales et monocellulaires, les autres fusiformes et septées, avec tous les intermédiaires entre les deux.

2° Des chlamydospores aériennes mono- ou bicellulaires, échinulées.

3° Des chlamydospores mycéliennes, formées à l'intérieur du liquide de culture, lisses, toujours monocellulaires.

La plante que j'étudie ici, et que je désigne sous le nom de *Fusarium polymorphum*, a de grandes analogies avec la précédente ; mais elle en diffère par une variété plus grande encore de formes reproductrices et par quelques caractères morphologiques qui ressortiront de l'ensemble de cette étude.

C'est sur du crottin de cheval, maintenu à l'humidité, que s'est

1. *Recherches morphologiques et physiologiques sur un Hyphomycète.* Annales de l'Institut Pasteur, t. II, p. 207, 1888.

développé le *F. polymorphum*. Au bout de huit jours il recouvrait une grande partie de l'assiette de culture, envahie d'autre part par diverses autres moisissures.

Cette plante se cultive avec la plus grande facilité : aussi ai-je pu l'isoler et la purifier rapidement par le procédé indiqué plus haut (page 14).

Cultures sur coupelles de crottin

Les cultures ont été faites d'abord sur crottin, dans une coupelle de terre poreuse maintenue humide sous un disque de verre; le tout, stérilisé à l'autoclave, était placé dans une assiette recouverte d'un disque et flambée au préalable. Les conditions se rapprochent ainsi, autant que possible, des conditions naturelles dans lesquelles j'avais observé la plante, et de fait, ces cultures m'ont donné tous les résultats que m'avait déjà fournis l'étude directe; mais de plus, elles ont l'avantage d'être et de rester indéfiniment pures de tout germe étranger, et elles entraînent la certitude là où l'observation directe ne peut donner qu'une vraisemblance.

Les spores de *Fusarium*, semées dans ces conditions sur crottin ou bouse de vache, germent rapidement à 20°, en donnant naissance à un mycélium blanc, couché, qui va s'étalant rapidement à la surface de la coupelle et qu'il envahit bientôt entièrement. Au microscope, le mycélium se montre formé de cellules cylindriques de 20-40 μ de longueur sur 4-5 μ de largeur, pleines d'un protoplasma hyalin. Le mycélium est très ramifié et les anastomoses entre filaments voisins sont fréquentes.

A ce stade on observe déjà deux modes de fructification de la plante. L'un d'eux comprend des conidies naissant à l'extrémité de filaments ramifiés, comme dans le champignon étudié par Wasserzug. L'autre est tout différent et n'a été encore signalé par personne, à ma connaissance, chez les *Fusoma*, ni chez les *Fusarium*. Nous allons les étudier tous deux en détail.

Première forme reproductrice conidies aériennes. — Le mycé-

lium provenant de la germination d'un semis se développe concentriquement autour du point d'ensemencement; quand la plaque mycélienne ainsi formée atteint quelques centimètres de diamètre, on y trouve, au centre, le début des conidies de la première catégorie. Elles naissent tout d'abord à l'extrémité de courtes branches latérales d'un filament rampant (fig. 7); ces branches fructifères se développent en général par groupe sur certaines cellules du filament à l'exclusion des cellules voisines. La cellule *m* (fig. 7) montre tous les stades de formation d'une des conidies du début: en *a* est l'indication d'un rameau naissant, en *b* est un rameau plus âgé, non encore sporifère; l'étranglement qui doit donner naissance à la spore est indiqué en *c*, et en *d* la spore est formée. C'est une spore monocellulaire, ovale (15 μ sur 5 μ), incolore comme le filament qui la porte.

La suite du développement nous est fournie par la figure 8. On y voit un rameau *e* plus allongé que le précédent, muni d'une spore à son extrémité, et présentant à sa base un rameau de second ordre, sporifère aussi. Au stade suivant (*g*, fig. 9), un deuxième rameau est né; puis il en naît un troisième *h*, et la disposition verticillée des branches sporifères devient évidente.

En même temps que l'arbuscule sporifère se complique, la spore se modifie; de courte, ovale et monocellulaire qu'elle était, elle devient peu à peu allongée, fusiforme et pluricellulaire; puis ses extrémités se recourbent un peu. Pour cette dernière raison, nous appellerons *sélénospore* la spore arrivée à son complet développement. Le nombre des cloisons transversales est ordinairement 5 (fig. 6); il peut atteindre 8.

Quelle que soit sa forme, la spore ne reste pas solitaire à l'extrémité du rameau qui la porte : aussitôt la première arrivée à maturité, il se forme, par le même processus, une seconde spore, puis une troisième et ainsi de suite. Mais les spores se détachent du filament au fur et à mesure, et restent agglutinées en boule à l'extrémité (fig. 10); on a, comme chez les *Acrostalagmus*, une sorte de capitule dissocié.

Si les branches sporifères d'un même rameau latéral ne sont pas trop voisines l'une de l'autre, comme c'est le cas représenté

figure 10, chacune d'elles se termine ainsi par une boule mucilagineuse sphérique, pleine de spores ; si l'arbuscule est au contraire condensé ou enchevêtré, toutes les têtes mucilagineuses particlles s'agglomèrent en une masse unique, souvent visible à l'œil nu et d'une teinte grisâtre. Prenant une goutte de ce mucus et l'examinant au microscope, on y trouve mélangées toutes les formes de spores signalées plus haut, depuis la conidie ovale jusqu'à la sélénospore.

Ces taches grisâtres ne s'observent que dans les cultures déjà âgées : quand elles apparaissent, le second mode de reproduction, dont je vais parler maintenant, existe déjà depuis longtemps.

Seconde forme reproductrice : arthrospores. — Une seconde forme reproductrice s'observe à l'extrémité des filaments rampants. Ceux-ci portent latéralement des branches qui, au début, sont en tout semblables aux filaments principaux ; mais bientôt elles se cloisonnent transversalement un grand nombre de fois et sont alors constituées par une foule de cellules courtes (10 μ de longueur maxima) rigoureusement rectangulaires ; puis peu à peu la lame médiane de la cloison qui sépare deux cellules se gélifie, et les cellules successives s'isolent l'une de l'autre : le filament semble se désarticuler et se casser en morceaux (fig. 14). En même temps, chaque cellule devenue libre arrondit légèrement ses contours, et la spore ainsi formée, que j'appellerai *arthrospore*, se trouve être une cellule rectangulaire, à angles émoussés, de 6—10 μ de long sur 4—5 μ de large.

Elle germe directement sur la plupart des milieux nutritifs en donnant dans son prolongement un filament mycélien de même largeur.

Une pareille forme reproductrice a déjà été signalée dans certains groupes de Champignons : Brefeld[1] la décrit dans divers Ascomycètes (*Endomyces*) et Basidiomycètes (*Stropharia*, *Phlebia*, etc.). Jusqu'alors nul ne l'avait décrite chez les *Fusarium* ni dans les genres voisins. Sa présence dans des groupes aussi

1. *Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie.* tome IX, Tab. 1, fig. 27.

divers montre qu'on doit la considérer comme une forme d'adaptation, qui ne saurait à aucun degré indiquer une parenté entre les êtres qui la possèdent.

Cultures sur pomme de terre : tubercules sporifères et chlamydospores.

Dans ces coupelles de crottin, on n'obtient pas d'autres organes reproducteurs que ceux qui viennent d'être décrits. Il n'en est pas de même sur pomme de terre, et d'une manière générale sur les milieux très favorables au développement du *Fusarium*.

La culture sur pomme de terre est très rapide ; en deux jours le mycélium conidifère a envahi tout le substratum. On voit alors apparaître des masses grisâtres, analogues à celles que signale Wasserzug dans son *Fusoma ;* au bout de quelques semaines elles peuvent atteindre plusieurs millimètres de diamètre. Elles sont de couleur variable avec l'âge : de grisâtres, elles virent au brun ou au vert. Chacune de ces masses est multilobée et chaque lobe est une sorte de *tubercule sporifère*[1].

La structure de ces tubercules est intéressante. Leur paroi est formée de branches cloisonnées et rameuses, intriquées les unes dans les autres, desquelles s'échappent soit vers l'extérieur, soit vers l'intérieur, des arbuscules sporifères. Ces arbuscules, contrairement à ce qui se passe sur le mycélium rampant, sont abondamment ramifiés, et toujours en verticilles (fig. 6). Les cellules terminales des rameaux, celles qui portent directement les spores, ont une forme régulière et constante : elles sont piriformes, renflées à la base, pointues au sommet, et donnent naissance aux spores par bourgeonnement de leur extrémité. Celles-ci naissent en grand nombre sur la cellule basidiale, s'en détachent, et restent agglomérées côte à côte par un mucilage.

Il est à noter que sur les tubercules sporifères *toutes les spores* ont la forme d'un fuseau légèrement recourbé aux deux bouts ;

1. Dans le groupe des Tubercularièes, auquel appartient le *Fusarium*, la présence de ces tubercules sporifères, appelés *sporodochia*, est un caractère constant.

on n'y trouve aucune de ces formes de transition, intermédiaires entre la spore ovale et le fuseau typique, dont il existe de si nombreux exemples sur le mycélium rampant. Il semble donc que le tubercule sporifère, le *sporodochium*, soit la forme type, normale, de ce mode reproducteur, dont les arbuscules du mycélium rampant ne seraient que des états incomplets ou des ébauches avortées.

Sur le mycélium enchevêtré qui constitue les flancs du tubercule sporifère, on peut observer au microscope un nouveau mode reproducteur. Ce sont des spores bicellulaires (fig. 18), rarement mono- ou tricellulaires (fig. 13), dont la paroi est échinulée et le contenu fortement granuleux. Wasserzug, qui en a observé d'assez semblables, les appelles *chlamydospores aériennes* : j'adopterai cette dénomination. Ces chlamydospores sont en général fixées à l'extrémité de filaments mycéliens grêles, de de 1 μ de largeur sur environ 20-30 μ de longueur (fig. 12).

J'ai été frappé de la ressemblance que présentent ces chlamydospores avec la forme *Mycogone* des *Hypomyces*. Les *Hypomyces* sont des Ascomycètes dont la forme conidienne présente deux sortes de spores : 1° des conidies monocellulaires ou pluricellulaires, à l'extrémité d'un arbuscule à rameaux souvent verticillés (forme *Verticillium*, etc.) ; 2° des chlamydospores mono- bi- ou tricellulaire, souvent échinulées, fixées sur le mycélium rampant (forme *Mycogone*, etc.).

Or dans divers *Hypomyces* étudiés par Tulasne[1] (*H. rosellus*, par exemple) les spores de la forme *Verticillium* sont pluricellulaires et fusiformes. Dans l'*Hypomyces Solani* dont Reinke et Berthold[2] ont fait une étude approfondie, la forme conidienne a des spores en fuseau cloisonnées transversalement, comme dans le *Fusarium* qui nous occupe ici. L'une et l'autre ont d'ailleurs des chlamydospores échinulées qui ne sont pas sans analogie avec celles du *Fusoma* de Wasserzug et celles que j'ai moi-même étudiées. Il semble donc que les *Fusarium*, ainsi que les formes

1. Tulasne. *Carpologia*, vol. III, p. 45.
2. *Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze*, p. 27, tab. I et II. Berlin (1879).

voisines *Fusoma*, *Fusisporium*, etc., fassent partie d'un groupe naturel qui comprendrait aussi plusieurs *Verticillium*, et dont la parenté avec les Ascomycètes est déjà établie pour un certain nombre de formes.

Dans la plante étudiée par Wasserzug, les chlamydospores sont d'une belle teinte vert sombre. Dans le *Fusarium polymorphum*, la teinte vert bleuâtre des tubercules sporifères est fixée sur le mycélium à filaments intriqués qui en constitue la paroi. Cette couleur verte passe instantanément au rouge par l'action des acides : les préparations montées dans l'acide lactique sont d'un rose franc.

Enfin, complétant sur ce point le parallélisme avec l'espèce étudiée par Wasserzug, je dois signaler l'existence de chlamydospores mycéliennes, différentes des chlamydospores aériennes : elles sont lisses, monocellulaires, à paroi fortement épaissie et à protoplasma non granuleux. Elles sont toujours assez rares.

Sur pomme de terre la désarticulation des filaments qui donne naissance aux arthospores ne se produit pas toujours : on peut avoir des cultures qui n'en renferment pas trace.

Résumé.

En résumé, le *Fusarium polymorphum* peut présenter tous les organes reproducteurs déjà signalés par Reinke et Berthold chez le *Fusisporium Solani*, forme conidienne de l'*Hypomyces Solani*, et par Wasserzug dans une espèce de *Fusoma*. Ce sont :

1° Des *conidies* mono- ou pluricellulaires, agglomérées par un mucilage à l'extrémité de rameaux disposés en verticilles. Tantôt les arbuscules sporifères sont isolés sur le mycélium, tantôt ils sont groupés à la surface et à l'intérieur de *tubercules sporifères* (*sporodochia*) ;

2° Des *chlamydospores aériennes*, fixées sur les parois des tubercules ;

3° Des *chlamydospores mycéliennes*.

En outre, et ceci est un résultat nouveau pour le genre *Fusa-*

rium, le *F. polymorphum* se reproduit par une sorte de désarticulation des cellules du mycélium rampant; il se forme ce que l'on peut appeler des *arthrospores*.

Ce dernier caractère suffit à différencier le *F. polymorphum* de tous les autres *Fusarium*. Il m'a paru suffisant pour justifier la création d'une espèce nouvelle *Fusarium polymorphum* Matr.

CHAPITRE VII

Costantinella cristata.

(Planche viii).

J'ai trouvé ce champignon dans le bois d'Écouen, sur des feuilles mortes de peuplier et de charme tombées à terre à la fin de l'automne. Il formait à leur surface un tapis touffu, floconneux, d'un blanc crême, un peu jaunâtre, dont les filaments intriqués étaient très fortement adhérents entre eux.

Mycélium. — Au microscope on y reconnaît un mycélium cloisonné, formé de filaments rampant f_1 et de filaments dressés $f_2 f_3$ (fig. 1).

Les premiers sont légèrement teintés de brun par une cutinisation faible de la membrane; leur diamètre, assez variable (5 μ à 10 μ), est en moyenne de 7 μ. Ces filaments courent à la surface de la feuille sans contracter avec elle aucune adhérence; ils s'unissent au contraire fortement entre eux à l'aide d'anastomoses : il suit de là qu'on peut détacher de son support la moisissure presque tout entière sans l'endommager et qu'elle semble ne demander à la feuille qu'un rôle tout physique de soutien, sans y puiser la nourriture dont elle a besoin. Là est sans doute l'explication des insuccès répétés que j'ai rencontrés dans la culture de ce champignon; jamais je n'ai pu réussir à en faire germer les spores sur des feuilles de charme ou de peuplier,

bien que je me fusse placé dans des conditions variées de température et d'éclairement.

Sur les filaments rampants, sorte de stolons, naissent par bouquets et souvent à des intervalles assez rapprochés, des filaments dressés, cloisonnés aussi, rigides, à paroi légèrement brunâtre. D'abord simples dans toute leur longueur, ils présentent bientôt quelques ramifications latérales sur lesquelles naîtront les spores ; mais, fait à noter, ces rameaux sporifères (fig. 1) partent toujours des deux ou trois cellules de la base du filament dressé, toute sa partie supérieure demeurant indéfiniment simple et stérile.

Les rameaux sont, à leur naissance sur la tige principale, d'abord aussi trapus qu'elle : leur diamètre atteint même jusqu'à 12 μ et leur coloration jaune sale témoigne d'une cutinisation assez marquée de la membrane. Mais le diamètre diminue rapidement sur les branches secondaires ; les branches terminales n'ont plus, au niveau des premiers verticilles de basides, que 8 à 10 μ et elles sont alors parfaitement hyalines. Le passage, le long d'un même filament, de la région cutinisée à celle qui ne l'est pas se fait par une transition assez brusque, de telle sorte que l'examen d'ensemble de la plante au microscope donne l'impression d'une charpente solide supportant de nombreux petits arbuscules hyalins et flexibles (fig. 1).

Ces arbuscules ont un aspect fort élégant et tout à fait caractéristique. Le filament axial de chacun d'eux (et il en est de même d'une quelconque de ses ramifications) est formé de cellules allongées, régulièrement cylindriques, de 80 à 100 μ de long sur 6 à 8 μ de large. Près de l'extrémité, les cellules deviennent plus courtes (60, 50 et même 30 μ) ; elles se renflent à leur partie subterminale, et sur ce renflement sont fixées de 3 à 6 basides disposées en verticille. Chaque filament se termine ainsi par 3 ou 4 verticilles superposés (fig. 3).

Dans cette partie de la plante la symétrie radiaire est la règle. Toutefois il n'est pas rare de rencontrer, surtout à l'extrémité des filaments, dans les parties jeunes, des basides plus développées que des autres d'un certain côté de l'axe. Les basides nées sur une même génératrice sont en avance sur leurs voisines immé-

diates, et celles-ci sur les autres (fig. 2). Il y a là quelque chose de comparable à ce qui se passe dans les feuilles de Characées; la symétrie est bilatérale au début, radiaire à la fin.

Basides[1]. — Les basides, qui constituent la partie la plus caractéristique de ce champignon, sont toutes monocellulaires (10 à 20 μ sur 4 μ); mais la cloison de séparation d'avec le filament qui les porte n'apparaît qu'assez tard, tout à fait à la base de la cellule basidiale.

D'abord perpendiculaire au filament, la baside se relève bientôt, s'infléchit, se recourbe sur elle-même, de manière à présenter quelque peu l'aspect d'un cou et d'une tête d'oiseau. Ce qui accentue d'une façon singulière la ressemblance, c'est la présence sur toute la partie supérieure de la baside d'une sorte de crête denticulée, formée de pointes extrêmement fines, régulièrement disposées et sur lesquelles s'insèrent les spores (fig. 8).

Cet aspect singulier est très constant. On le retrouve sur tous les rameaux sporifères indistinctement. Bien mieux, sur tous les filaments vieillis, vides de protoplasma et affaissés sur eux-mêmes, l'examen microscopique ne décèle aucun des caractères de cette plante, si ce n'est celui-là ; on voit, éparses au milieu d'un amas granuleux formé de filaments détruits, des basides quelque peu déformées mais dont la crête dentelée est restée intacte. Enfin, rien de semblable n'existe chez les autres Mucédinées, où les caractères tirés de la baside sont considérés à bon droit comme ayant une grande importance.

Pour toutes ces raisons, de valeur inégale, la forme de cette baside me semble être un caractère morphologique de premier ordre.

Les spores sont fixées sur elle à raison d'une par denticulation ou stérigmate. Chaque baside donne ainsi naissance à un nombre de spores qui peut atteindre une douzaine environ. Ce sont des spores sphériques, hyalines, de 4 μ de diamètre en moyenne.

Il est à remarquer que les spores d'une même baside ne nais-

1. Le mot *baside*, ici comme dans tous les autres chapitres de mon travail, n'a pas le sens précis qu'on lui donne chez les Basidiomycètes : il désigne simplement, d'une façon générale, une cellule différenciée portant les spores.

sent pas simultanément; la plus jeune est à l'extrémité, portée par la dent terminale; l'avant-dernière en date est aussi l'avant-dernière sur la baside, et ainsi de suite. Les plus anciennes de toutes, nées sur les premiers stérigmates, sont généralement tombées quand naissent les plus jeunes.

Le lien qui rattache la spore à son support est extrêmement fragile; aussi, quelque soin que je misse à monter les préparations microscopiques et quel que fût le liquide d'inclusion, n'ai-je pu obtenir plus de trois spores sur une baside déterminée (fig. 5). Une seule fois, ces trois spores se sont trouvées n'être pas consécutives : c'est le cas représenté dans la figure 7. On y voit une spore tout à fait jeune s à l'extrémité de la baside; la précédente s' est arrivée à la taille normale; enfin la troisième s'' est restée fixée sur le support bien qu'elle soit d'un âge avancé et que plusieurs spores plus jeunes soient déjà tombées.

Le plus généralement, au moment de l'immersion dans un liquide quelconque, les spores tombent toutes, à l'exception d'une seule qui est naturellement la plus jeune (fig. 2, 3, 8,). Toutefois il n'y a pas à s'y tromper : la grande quantité de spores tombées, éparses çà et là dans la préparation microscopique, montre bien qu'avant l'inclusion chaque baside en portait un assez grand nombre. Un calcul approximatif m'a donné *environ cinq fois* plus de spores que de basides; c'est dire qu'au moment de l'inclusion chaque baside portait en moyenne cinq spores. A vrai dire le nombre des stérigmates est plus considérable; mais la grande caducité des spores permet de supposer qu'un certain nombre d'entre elles, arrivées à maturité, étaient tombées avant le montage de la préparation.

Cette observation, ce dénombrement comparé des spores et des basides, m'a conduit plus loin. Il y a en effet une disproportion évidente entre le diamètre (4^{μ}) des spores et la distance (1^{μ} à $0^{\mu},5$) des stérigmates qui les portent. Comment les spores qui, nous venons de le voir, sont au nombre de quatre ou cinq à la fois sur une même baside, peuvent-elles s'insérer sur des stérigmates aussi rapprochés?

Il est à noter, en premier lieu, que dans les cas relativement

rares où trois spores consécutives sont restées fixées sur leur support commun, la projection, sur le champ du microscope, de la spore médiane empiète fortement sur le contour des spores extrêmes (fig. 5). On peut en conclure ou bien que les stérigmates sont disposés sur deux rangées alternes, ou bien que, les stérigmates étant sur une seule rangée, ce sont les spores qui, se gênant mutuellement, rejettent toutes celles d'ordres impair à gauche par exemple, toutes celles d'ordre pair à droite.

En outre, il m'a paru, en examinant certaines basides se présentant de face, que les stérigmates étaient bien réellement sur deux rangs : il se détache en effet, au bord supérieur de la baside ainsi observée, deux pointes qui semblent les projections de deux rangées de denticules (*b'*, fig. 2 et 3). Toutefois cette observation portant sur des organes d'une extrême ténuité et d'une grande transparence, et mon attention n'ayant été attirée sur ce point qu'à une époque où il ne me restait plus de plante fraîche à examiner, je ne puis, sur le simple vu de mes préparations, me prononcer d'une façon catégorique.

Je penche toutefois pour cette seconde manière de voir; elle permet tout autant, et même mieux que la première, de se rendre compte de ce fait évident et tout d'abord quelque peu singulier, à savoir que des spores relativement volumineuses puissent s'insérer en aussi grand nombre à la fois sur une longueur aussi restreinte.

Quoi qu'il en soit de ce point particulier, les caractères tirés de l'étude précédente :

1° Existence de spores *rondes*, *hyalines*, insérées en *série* régulière sur des basides *monocellulaires*,

2° *Forme très spéciale* de ces basides, existence d'une *crête denticulée* à leur sommet,

3° Disposition *verticillée* des basides autour des filaments sporifères,

4° Existence de *stolons rampants stériles*, et de *filaments dressés* portant, *uniquement à leur base*, des branches sporifères,

me paraissent constituer un ensemble de caractères morpholo-

giques suffisant pour justifier la création d'un genre nouveau. Je le dédie à M. J. Costantin, maître de conférences à l'École normale supérieure, et je propose d'appeler *Costantinella cristata* ce champignon nouveau, le nom spécifique devant rappeler le caractère de la baside.

Diagnose :

Costantinella cristata (nov. gen. nov. sp.) Matruchot.

Filaments rampants stériles, irrégulièrement ramifiés, cloisonnés, fuligineux, semi-transparents. Filaments dressés simples et stériles au sommet, longs de $0^{mm}5$, munis, à leur partie inférieure, de branches ramifiées portant des verticilles de basides hyalines sporifères.

Conidies sphériques, hyalines, de 4 μ de diamètre, naissant isolément sur des stérigmates disposés en crête à la partie supérieure de la baside.

Où ranger cette Mucédinée nouvelle? Il est vraisemblable que, comme la plupart des Mucédinées dont le polymorphisme est entièrement connu, c'est une forme conidienne d'Ascomycète. Mais à quel genre et même à quel groupe d'Ascomycètes se rattache-t-elle? C'est là une question qu'il ne m'a pas été donné de trancher. C'est en vain, en effet, que j'ai essayé d'en faire germer les spores sur les divers milieux dont je disposais : pas plus sur les feuilles de charme et de peuplier, qui étaient cependant le support naturel du *Costantinella*, que sur les milieux nutritifs habituellement employés dans les laboratoires de cryptogamie (bouillons gélosé et gélatiné, acides ou basiques; tranches de pomme de terre, de carotte, de navet; décoctions variées de crottins, urine, liquide de Raulin, liquide de Cornu, jus sucrés; infusions de feuilles de charme et de peuplier, etc.), nulle part, je n'ai pu réussir à cultiver ce champignon.

Or, la connaissance de la forme parfaite est nécessaire pour établir la parenté d'une Mucédinée avec les autres Champignons. Les formes conidiennes, si variables avec les conditions de milieu, ne peuvent donner que des indications; c'est la forme parfaite,

toujours fixe, stable, qui peut seule nous renseigner sur la position systématique de la plante.

Nous ne pouvons donc, sur la place occupée dans la classification par le *Costantinella cristata*, que faire des hypothèses. Voyons quelles elles sont.

Dans le groupe des *Dématiées Amérosporées* de Saccardo[1] on trouve plusieurs formes qui semblent, à la simple lecture de leur diagnose, se rapprocher du *Costantinella* : en réalité il n'en est rien. Les *Chætopsis*[2] Grev. et *Mesobotrys*[3] Sacc. n'ont de commun avec lui que leurs filaments dressés, stériles à l'extrémité, fertiles à la base; ils n'ont ni stolons rampants, ni basides différenciées, ni branches fructifères abondamment rameuses, ni spores rondes.

Le *Botryotrichum piluliferum*, décrit récemment par Marchal et Saccardo[4], a bien des spores rondes fixées à la base de filaments stériles dressés; mais, ici encore, pas de ramification des branches fructifères et pas de basides différenciées.

C'est dans la forme de la baside qu'il faut chercher le *criterium* le plus sûr (actuellement du moins) d'une parenté quelconque du *Costantinella*. Dans cet ordre d'idées, on se trouve amené à le rapprocher non plus des Dématiées, mais des Mucédinées proprement dites, c'est-à-dire des Mucédinées à mycélium non teinté de noir. A vrai dire, la différence entre ces deux groupes n'est pas très marquée, et il y a plus d'une transition de l'un à l'autre. (Voir plus haut, page 21.)

Parmi les Mucédinées proprement dites, c'est au voisinage des genres *Cristularia* Sacc.[5] et *Rhinotrichum*[6] Corda que le *Costantinella* semble devoir être placé. A la vérité, ni l'une ni l'autre de ces Mucédinées ne présente les stolons rampants et les filaments dressés stériles à leur sommet, qu'on observe dans le *Costantinella*; de plus, leurs spores sont ovales et leur mycélium complètement hyalin; mais on trouve dans le *Rhinotrichum lanosum*

1. Saccardo. *Michelia*, II, p. 27.
2. Greville. *Scot. cryptog. flora*, pl. CCXXXVI.
3. *Sylloge*, t. IV, p. 324.
4. *Champ. coprophiles de Belgique*, p. 32.
5. *Sylloge Fungorum*, IV, p. 134.
6. Cooke. *Handbook of british fungi*, p. 591, fig. 263.

Cooke une baside portant quelques denticulations à l'extrémité, et dans le *Cristularia* une baside à crête, qui ne sont pas sans offrir une analogie plus ou moins lointaine avec celle dont j'ai donné plus haut la description détaillée.

Enfin, M. Van Tieghem, en cultivant le *Kickxella alabastrina*, a obtenu des formes anomales où la baside, ordinairement pluricellulaire, devient monocellulaire et présente une certaine ressemblance avec la baside du *Costantinella*. Ce caractère, et aussi la disposition verticillée des basides, exigeaient qu'on signalât en passant la parenté, évidemment assez lointaine, qui peut unir le *Costantinella* à la famille des Martensellées.

CHAPITRE VIII

Conclusions Générales.

I

En premier lieu, j'étudie d'une façon complète dans ce travail deux Mucédinées nouvelles : *Costantinella cristata* (gen. nov.) et *Fusarium polymorphum* (sp. nov.), ainsi que plusieurs variétés nouvelles d'espèces connues : *Arthrobotrys superba* var. *irregularis*, etc.

II

En second lieu, je fournis, sur la morphologie et le développement d'espèces déjà connues, un certain nombre de résultats entièrement inédits. Ils se rapportent surtout à la découverte d'organes reproducteurs nouveaux et à l'étude des conditions de leur formation. On peut les résumer de la façon suivante :

HELICOSPORIUM LUMBRICOIDES.

L'*H. lumbricoides* peut exister sous les formes suivantes :

Forme *normale*, à spores *hélicoïdales* (seule connue jusqu'à ce jour) ;

Forme *Helicomyces*, à mycélium *non cutinisé* ;

Forme *Coniothecium*, à cellules ou massifs de cellules *enkystés* ;

Forme à *sclérotes pédicellés* ;

Forme *Stemphylium*, à spores *sarciniformes*.

ŒDOCEPHALUM ROSEUM.

L'*Œ. roseum* peut se présenter sous trois formes, coexistant sur certains milieux de culture :

Forme *normale*, à capitule unique (seule connue jusqu'à ce jour) ;

Forme à capitules superposés (rappelant un *Gonatobotrys simplex*) ;

Forme à capitules ramifiés (rappelant un *Gonatobotrys ramosa*).

CEPHALOTHECIUM ROSEUM.

J'ai étudié deux variétés α et β du *C. roseum* :

(*a*) La variété α du *C. roseum* peut présenter, sur certains milieux nutritifs, deux formes reproductrices aériennes :

Forme *normale* à spores bicellulaires en épi ;

Forme *pseudoverticillium* à petites spores monocellulaires en capitules dissociés.

(*b*) La variété β du *C. roseum* ne présente jamais la forme *pseudoverticillium*.

Le *C. candidum* Bonorden est une variété blanche du *C. roseum*

Le *C. roseum* peut avoir des *chlamydospores*.

ARTHROBOTRYS SUPERBA.

L'*A. superba* peut présenter les quatre variétés suivantes :

(*a*) Var. *superba s. s.* (forme typique de Corda).

(*b*) Var. *oligospora* Fresenius.

(*c*) Var. *oligospora* Marchal.

(*d*) Var. *irregularis* Matruchot (variété nouvelle).

J'ai montré qu'on pouvait passer de la première à la seconde et inversement; la preuve reste à faire pour les deux autres.

J'ai décrit une forme nouvelle, non fixée à l'état de variété : c'est une forme appauvrie à capitules monospores.

Enfin j'ai observé dans l'*Arthrobotrys* des chlamydospores autres que celles déjà décrites par Woronine.

BOTRYOSPORIUM HAMATUM.

Le *Verticillium pyramidale* Bonorden doit vraisemblablement disparaître de la classification; il semble n'être qu'une forme de *Botryosporium hamatum*.

Le *Pachybasium hamatum* (Bon.) Sacc. (= *V. hamatum* Bon.) doit disparaître et comme genre et comme espèce : ce n'est que la forme jeune du *V. pyramidale* Bon.

FUSARIUM POLYMORPHUM (sp. nov.).

Le *F. polymorphum* présente quatre organes reproducteurs différents :

1° Des conidies mono- et pluricellulaires.

2° Des chlamydospores aériennes.

3° Des chlamydospores mycéliennes.

4° Des *arthrospores* (mode de reproduction non encore signalé dans ce genre).

III

En troisième lieu, j'ai mis en évidence l'influence du milieu nutritif sur la *forme* et la *nature* de l'appareil reproducteur chez plusieurs des espèces étudiées.

A. — Le milieu nutritif peut avoir une influence *sur la forme* de l'appareil reproducteur, en faisant varier, *dans de larges limites*, l'appareil reproducteur *caractéristique*, *normal*, d'une espèce donnée.

Ces modifications peuvent porter :

1° Sur la forme de l'*arbuscule sporifère* (*Helicosporium*, *Arthrobotrys*, *Œdocephalum*. *Botryosporium*, *Fusarium*);

2° Quelquefois, mais rarement, sur la forme de la *spore* (*Helicosporium* en milieu liquide) ;

3° Souvent sur l'*état* de la spore ; celle-ci peut en effet être remplacée par un filament germinatif[1] (*Œdocephalum*, *Arthrobotrys*) ;

4° Enfin, sur la *cutinisation* du mycélium (formes *Helicomyces* et *Coniothecium* de l'*Helicosporium*).

B. — Le milieu nutritif peut avoir une influence *sur la nature* de l'appareil reproducteur, en faisant *apparaître* un organe reproducteur nouveau, ou *disparaître* un organe reproducteur déjà existant (*Helicosporium*, *Cephalothecium*).

Deux cas sont à distinguer :

1° *Cas du Cephalothecium*. Si, d'un milieu nutritif M, on passe à un certain milieu bien déterminé M′, il s'ajoute une forme reproductrice F′, différente de la première F.

Maintenues indéfiniment sur le milieu M′, par semis successifs de *l'une ou l'autre* des deux sortes de spores, les deux formes y coexistent indéfiniment.

Enfin le retour au milieu M, à partir d'*une quelconque* des deux sortes de spores, fait disparaître la forme F′.

2° *Cas de l'Helicosporium*. — Si, d'un milieu nutritif N, on passe à un certain *milieu bien déterminé* N′, il s'ajoute une forme reproductrice F′, différente de la première F.

Tout semis, *sur un milieu quelconque*, d'une spore de la seconde forme, donne indéfiniment et *exclusivement* cette seconde forme F′ ; il n'y a *pas de retour* possible à la première, même si l'on choisit le milieu N′ comme milieu de culture.

IV

J'ai montré, dans le cours de ce travail, qu'il pouvait exister plusieurs variétés distinctes dans une même Mucédinée (*Arthrobotrys*, *Cephalothecium*, *Helicosporium*).

1. A rapprocher de ce résultat les observations de M. Costantin sur le *Botryosporium pyramidale*, de M. Brefeld, sur l'*Heterobasidion annosum*, de M. Eidam sur un *Sterigmatocystis*, ainsi qu'une observation, encore inédite, que j'ai faite sur un *Aspergillus*.

Chacune de ces variétés a ses caractères morphologiques propres, qu'elle conserve indéfiniment si le milieu nutritif reste le même.

On peut, par le choix d'un milieu de culture approprié, obtenir, en partant d'une variété, certaines formes qui sont la caractérisque d'une autre variété (*Arthrobotrys*, formes *superba* et *oligospora*; *Helicosporium*, forme normale et forme *Stemphylium*).

Parfois deux variétés d'une même espèce ont des caractères morphologiques tellement différents qu'elles ont pu être considérées comme des espèces distinctes (*Arthrobotrys superba* et *oligospora*) ou même rangées dans des genres différents (*Helicosporium*, *Helicomyces*, *Stemphylium*; *Œdocephalum*, *Gonatobotrys*).

D'autres fois, les deux variétés d'une même espèce ne sont pas morphologiquement dissemblables dans les conditions ordinaires; mais elles le deviennent dans certaines conditions spéciales. C'est ainsi que les deux variétés α et β du *Cephalothecium roseum* ne diffèrent nettement que par les caractères tirés de leurs cultures sur pomme de terre : dans ces conditions, seule la variété α donne naissance à la deuxième forme sporifère (*pseudoverticillium*).

V

Conséquences relatives à la parenté des Mucédinées, soit entre elles, soit avec les Ascomycètes :

1° L'*Arthrobotrys superba* est nettement distinct, par ses caractères morphologiques et son développement, du *Cephalothecium roseum*.

2° Plusieurs espèces de *Gonatobotrys* ne sont que des formes d'*Œdocephalum* et se rattachent ainsi aux Ascomycètes du groupe des Pézizées.

3° Enfin une espèce au moins d'*Helicosporium* étant identique à une espèce de *Stemphylium*, les *Helicosporium* semblent devoir être rattachés, par l'intermédiaire des *Stemphylium* et des *Macroporium*, aux Ascomycètes du groupe des *Pleospora*.

Résumé.

En résumé, en faisant des cultures pures de diverses Mucédinées sur des milieux variés :

1° J'ai fait connaître quelques espèces ou variétés nouvelles.

2° J'ai suivi avec détail l'évolution morphologique de plusieurs Mucédinées déjà connues, mais dont le développement n'avait pas été décrit.

3° J'ai apporté de nouveaux exemples mettant en évidence l'influence du milieu nutritif sur la nature ou la forme de l'appareil reproducteur.

4° J'ai appliqué les résultats obtenus à la classification en faisant voir comment certaines Mucédinées se rattachent soit les unes aux autres, soit au groupe des Champignons Ascomycètes.

EXPLICATION DES FIGURES.

Planche I.

Helicosporium lumbricoides.

Fig. 1. — Un fragment du mycélium provenant d'une culture sur bois. Les filaments sont cutinisés, brunâtres, avec souvent des gouttelettes huileuses dans le protoplasma; *s*, spore normale, *s'*, spore déformée: *s''*, spore à demi déroulée; *a*, *a'*, débuts du développement de la spore; *b*, stérigmate dont la spore est tombée. Gross. = 940.

Fig. 2. — Spore déroulée, venant d'une culture en milieu liquide. Gross. = 1140.

Fig. 3. — Spore semi-déroulée, chargée de granulations protoplasmiques qui cachent les cloisons. Gross. = 1140.

Fig. 4. — Début de la germination de la spore; à ce stade, quatre cellules seulement ont germé. De part et d'autre de chaque cloison de la spore, se voient deux gouttelettes huileuses. Gross. = 750.

Fig. 5. — Spore hélicoïdale isolée, vue de profil. Gross. = 940.

Fig. 6. — Une portion de la plante originelle, venant d'un morceau d'écorce. On y voit sur un même filament une spore normale *s* et deux sclérotes pédicellés *p*. Gross. = 675.

Fig. 7. — Un sclérote pédicellé volumineux. Gross. = 940.

Planche II.

Helicosporium lumbricoides (*suite*).

Fig. 8. — Forme *Coniothecium*; *a*, file de cellules rondes enkystées; *b*, sclérotes massifs et irréguliers. Gross. = 300.

Fig. 9. — Un kyste germant sur pomme de terre. Gross. = 940.

Fig. 10. — Filament issu d'une culture cellulaire dans une goutte d'urine alcaline. La figure montre les deux formes *Helicosporium* et *Stemphylium* sur le même filament. Gross. = 675.

Fig. 11. — Même culture que dans la figure précédente. La spore en hélice est déformée (caractère des cultures en milieu liquide). Gross. = 675.

Fig. 12. — Développement de la grappe de *Stemphylium* : **a**, début de la première spore; **b**, la spore devient bicellulaire; **c**, la cellule proximale se divise en deux : **d**, la première spore est adulte, et la seconde commence à naître. Gross. = 675.

Fig. 13. — Germination de la spore de *Stemphylium*. Gross. = 675.

Fig. 14. — Une grappe adulte de *Stemphylium* : *s*, spore en pan de mur. Gross. = 675.

Planche III.

Œdocephalum roseum.

Fig. 1. — Appareil sporifère normal : *s*, spore; *a*, stérigmate à spores tombées; *b*, cloison avec bouton de cellulose. Gross. = 360.

Fig. 1′. — Une portion du pédicelle sporifère à un plus fort grossissement. Cloison transversale avec bouton *b* de cellulose. Gross. = 600.

Fig. 2. — Forme rappelant un *Gonatobotrys simplex*. Gross. = 160.

Fig. 3. — Forme rappelant un *Gonatobotrys ramosa*. Gross. = 160.

Fig. 4. — Forme rameuse aberrante; *t*, capitule primaire; *a*, *a′*, stérigmates; t_1, t_2, capitules secondaires. Gross. = 360.

Fig. 5. — Tête anormale; *t*, capitule primaire; t_1, t_2, t_3, capitules secondaires nuls. Gross. = 360.

Fig. 6. — Tête anormale; *t*, capitule primaire; ramification irrégulière. Gross. = 360.

Fig. 7. — Coupe optique d'un capitule anormal. Gross. = 360.

Fig. 8. — Capitule réduit; trois spores seulement, remplacées par leurs filaments germinatifs. Gross. = 300.

Fig. 9. — Épanchement protoplasmique à l'extérieur d'un filament. Gross. = 300.

Fig. 10. — Spore germant; *b*, cloison avec bouton de cellulose. Gross. = 500.

Planche IV.

Cephalothecium roseum.

Fig. 1, 2, 3. — Développement de l'épi fructifère normal; 1, stade *Trichothecium*, spore unique, droite ou penchée, à l'extrémité d'un filament

dressé; 2, la seconde spore commence à bourgeonner; 3, épi normal de spores bicellulaires. Gross. = 300.

Fig. 4, 5, 6. — Développement d'un épi fructifère anormal; chaque spore jeune porte toute la série des spores plus âgées; les spores ne sont pas encore cloisonnées. Gross. = 300.

Fig. 7, 8, 9. — Exemples de chaînettes de spores fournies par un processus identique au processus indiqué dans les figures 4, 5, 6. Les spores les plus âgées sont cloisonnées. Gross. = 300.

Fig. 10. — Spore bicellulaire germant. Gross. = 360.

Fig. 11. — Portion du mycélium issue d'une culture sur pomme de terre. La figure montre la deuxième forme reproductrice (forme *pseudoverticillium*) naissant sur un filament mycélien issue de la première forme; *a*, points où l'on voit la disposition verticillée originelle de la seconde forme. Une spore bicellulaire a été dessinée dans le champ pour comparer les deux sortes de spores. Gross. = 450.

Fig. 12. — Forme *pseudoverticillium*; arbuscules enchevêtrés fixés sur un point du mycélium rampant. Gross. = 230.

Fig. 13. — Un arbuscule isolé du *pseudoverticillium*, montrant la disposition pseudoverticillée des rameaux. Gross. = 450.

Fig. 14. — Un arbuscule isolé du *pseudoverticillium*, où la symétrie a disparu. Gross. = 450.

Fig. 15. — Germination des conidies de la forme *pseudoverticillium*. Gross. = 1300.

Fig. 16. — Une chlamydospore à l'extrémité d'un long pédicelle (issue d'une culture en milieu liquide). Gross. = 450.

Planche V.

Arthrobotrys superba.

Sauf indication contraire, les figures de cette planche sont dessinées à un grossissement de 450.

Fig. 1. — Forme normale de l'*A. superba*, issue d'une culture faite avec des spores d'*A. superba* var. *oligospora*.

Fig. 2, 3, 4, 5. — Début du développement du premier capitule de spores : 2, spore jeune non cloisonnée; 3, la spore devient bicellulaire; 4, une seconde spore commence à naître; 5, la troisième spore vient de naître, la première a contracté une anastomose avec la seconde et se détache du pédicelle.

Fig. 6. — Un capitule où les spores n'ont contracté encore aucune anastomose : les filaments mycéliens s'unissent de place en place (début d'une fasciation).

Fig. 7. — Forme appauvrie, à capitules monospores.

Fig. 8. — Capitule dont les spores sont pédicellées. Gross. = 360.

Fig. 9. — La seconde spore du capitule est longuement pédicellée; elle a soulevé la première spore détachée du support.

Fig. 10. — Une guirlande de spores; la spore terminale de la guirlande a poussé un prolongement mycélien.

Fig. 11, 12 et 14. — Exemples de capitules avec une guirlande de deux ou trois spores seulement. Gross = 360 (fig. 11 et 12).

Fig. 13. — Exemple de capitule à plusieurs guirlandes (très fréquent).

Fig. 13'. — Schéma de la figure précédente.

Fig. 15. — Chlamydospores, avec noyau volumineux.

Fig. 16. — Germination de spores bicellulaires.

Planche VI.

Arthrobotrys superba (18-19). — A. superba *var.* irregularis (20-23).

Le grossissement commun à toutes les figures est de 450.

Fig. 18. — Un cas de fasciation du mycélium. De la colonne massive ains formée, se détache une tigelle fructifère ramifiée.

Fig. 19. — Développement anormal d'un capitule dans une goutte d'eau : les bourgeons se développent dans l'ordre suivant : *m*, *n*, *o*, *p*.

Fig. 20. — Forme normale de la tigelle d'*Arthrobotrys irregularis* : les spores sont toutes tombées, sauf la plus jeune.

Fig. 21 et 22. — Autres formes du même champignon : les capitules ont une tendance à se pédiceller et à prendre une forme coralloïde.

Fig. 23. — Le même champignon; **a**, capitule avec une guirlande de deux spores; **b** et **c**, pédicelles ramifiés; **d**, capitule coralloïde.

Planche VII.

Botryosporium hamatum (1-5). — Fusarium polymorphum (6-14).

Le grossissement commun à toutes les figures est de 675.

Fig. 1. — Partie terminale d'un rameau dressé de *Botryosporium hamatum*. Les branches, contrairement à la règle, sont alternes.

Fig. 2. — Partie terminale d'un rameau jeune : les branches y sont opposées ou verticillées.

Fig. 3. — Terminaison stérile, en spirale, d'une tige dressée; on y distingue les petites aspérités spéciales à cette espèce.

Fig. 4. — Un rameau sporifère, portant plusieurs têtes *t* munies de basides *b*. Chaque baside bourgeonne un grand nombre de spores à son extrémité. Dans sa partie terminale, le rameau porte directement les spores.

Fig. 5. — Un paquet de spores tombées, entourées d'un mucilage coagulé par l'alcool.

Fig. 6. — Un arbuscule de *Fusarium polymorphum*, détaché de la paroi d'un tubercule sporifère (culture sur pomme de terre). La disposition est verticillée. — En *a* est une spore non adulte, à cinq cloisons; en *b*, une spore adulte tombée, à sept cloisons (*sélénospore*).

Fig. 7. — Portion de filament issue d'une région où la plante est étalée sur le substratum; *m*, cellule donnant naissance à plusieurs spores; *a*, *b*, *c*, *d*, stades successifs du développement d'une *conidie ovale*.

Fig. 8. — Suite du développement d'un arbuscule sporifère; *e*, cellule basidiale portant une conidie à son extrémité.

Fig. 9. — En *g*, la disposition verticillée apparaît; en *h*, elle est évidente.

Fig. 10. — Arbuscule sporifère quelque peu aberrant, montrant des boules de spores bien isolées les unes des autres. Gross. = 360.

Fig. 11. — Une portion détachée de la paroi d'un *tubercule sporifère* (*sporodochium*); sur le lacis des filaments enchevêtrés naissent des *chlamydospores aériennes*, *c*, 2-3-cellulaires, brièvement pédicellées.

Fig. 12. — Une chlamydospore aérienne, fixée sur un filament ordinaire par un pédicelle grêle.

Fig. 13. — Chlamydospore aérienne tricellulaire en massif.

Fig. 14. — Portion subterminale d'un filament rampant, montrant la désarticulation des filaments (*arthrospores*).

Planche VIII.

Costantinella cristata.

Fig. 1. — Vue d'ensemble d'une portion de la plante, montrant deux filaments dressés f_2 et plusieurs filaments rampants f_1. Les uns et les autres sont légèrement brunâtres (teinte fuligineuse (légère) de la *Chromotaxia* de Saccardo); les filaments fertiles latéraux f_3 ne sont cutinisés qu'à leur base.

Les arbuscules sporifères ont été quelque peu ébranchés pour la clarté de la figure. Gross. = 200.

Fig 2. — Partie terminale d'un rameau sporifère : *b*, baside; *s*, spore. La

plupart des spores sont tombées. La baside *b'* se présente de face avec sa crête en apparence double.

Il est visible sur cette figure que la symétrie radiaire de chaque rameau est loin d'être absolue. Gross. = 1200.

Fig. 3. — Rameau sporifère plus régulièrement symétrique que celui de la figure précédente. Mêmes lettres que plus haut. Gross. = 940.

Fig. 4. — Branche latérale d'un filament fructifère f_5 : *s*, spore jeune, *s'*, spore adulte. Gross. = 1200.

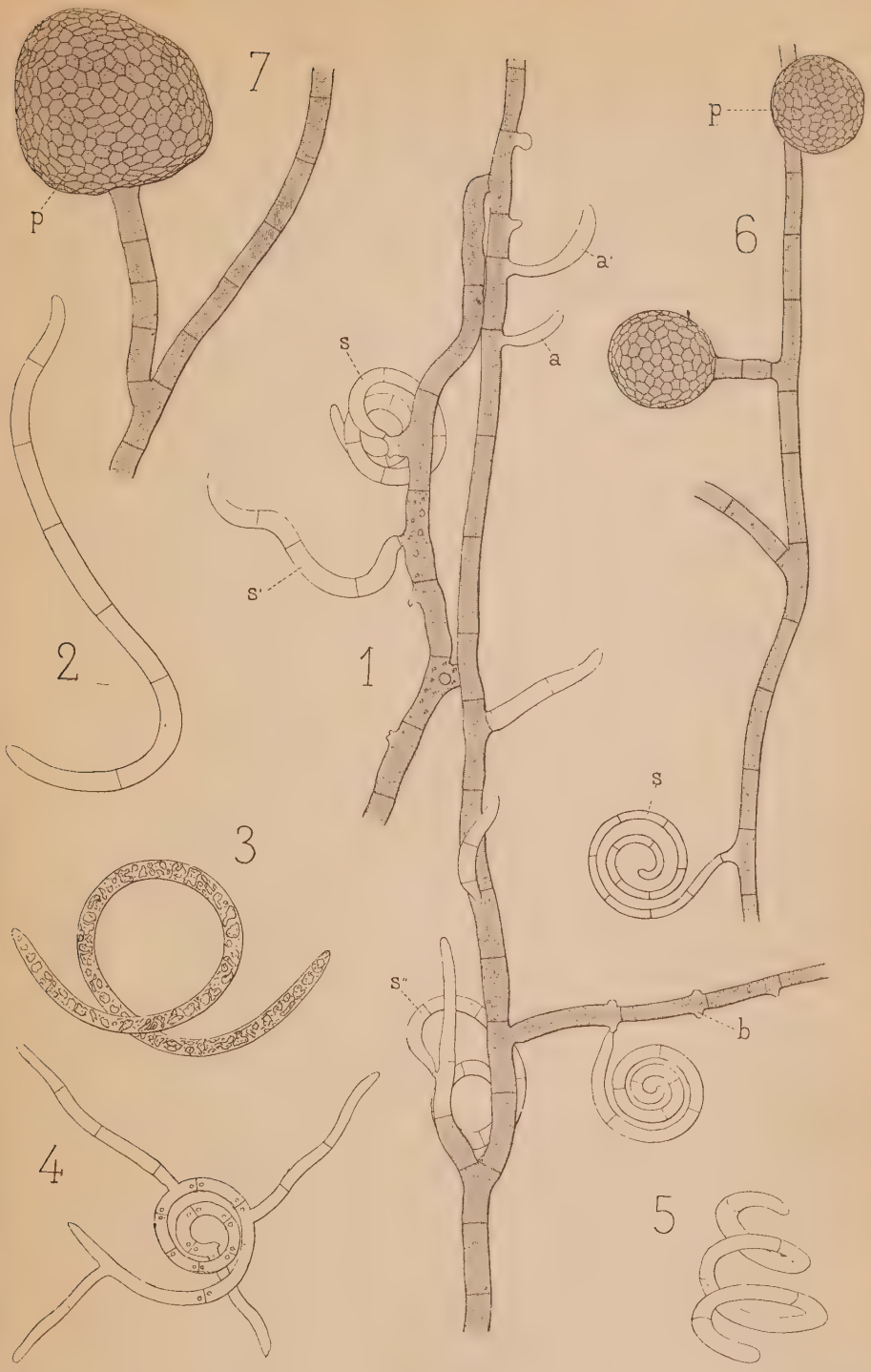
Fig. 5. — Une baside portant les trois dernières spores : le contour de la spore médiane empiète sur ceux des deux spores voisines. Gross. = 940.

Fig. 6. — Une baside portant les deux spores terminales. Gross. = 940.

Fig. 7. — Une baside portant trois spores : *s*, la plus jeune spore n'ayant pas encore atteint la taille normale; *s'*, avant-dernière spore; *s''*, l'une des premières spores nées sur la baside, restée fixée sur elle, tandis que des spores plus jeunes intercalées entre *s'* et *s''* sont tombées. Gross. = 940.

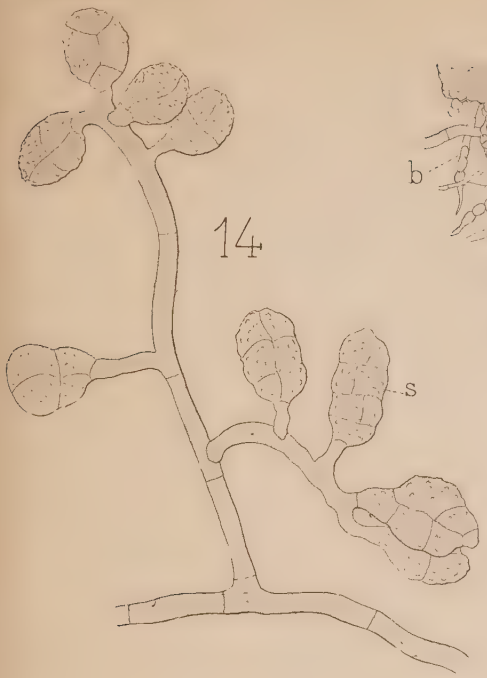
Fig. 8. — Baside normale, ne portant plus que sa dernière spore (cas le plus fréquent). Gross. = 940.

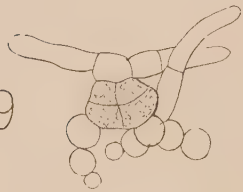
24855. — Imprimerie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

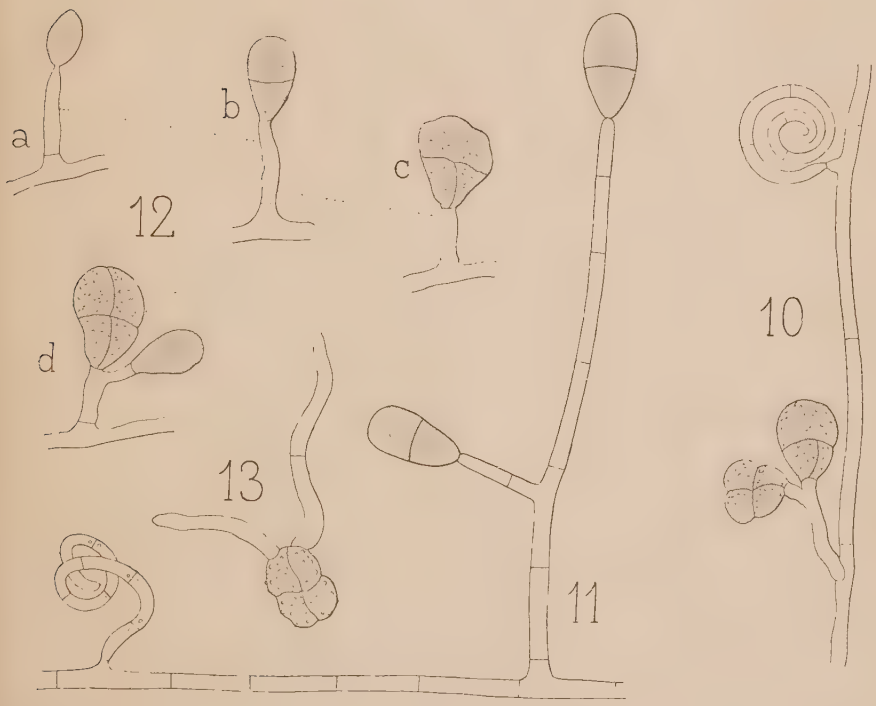


L. Matruchot del. *Éd. Crété. imp.* *Vilou sc.*

HELICOSPORIUM LUMBRICOIDES.

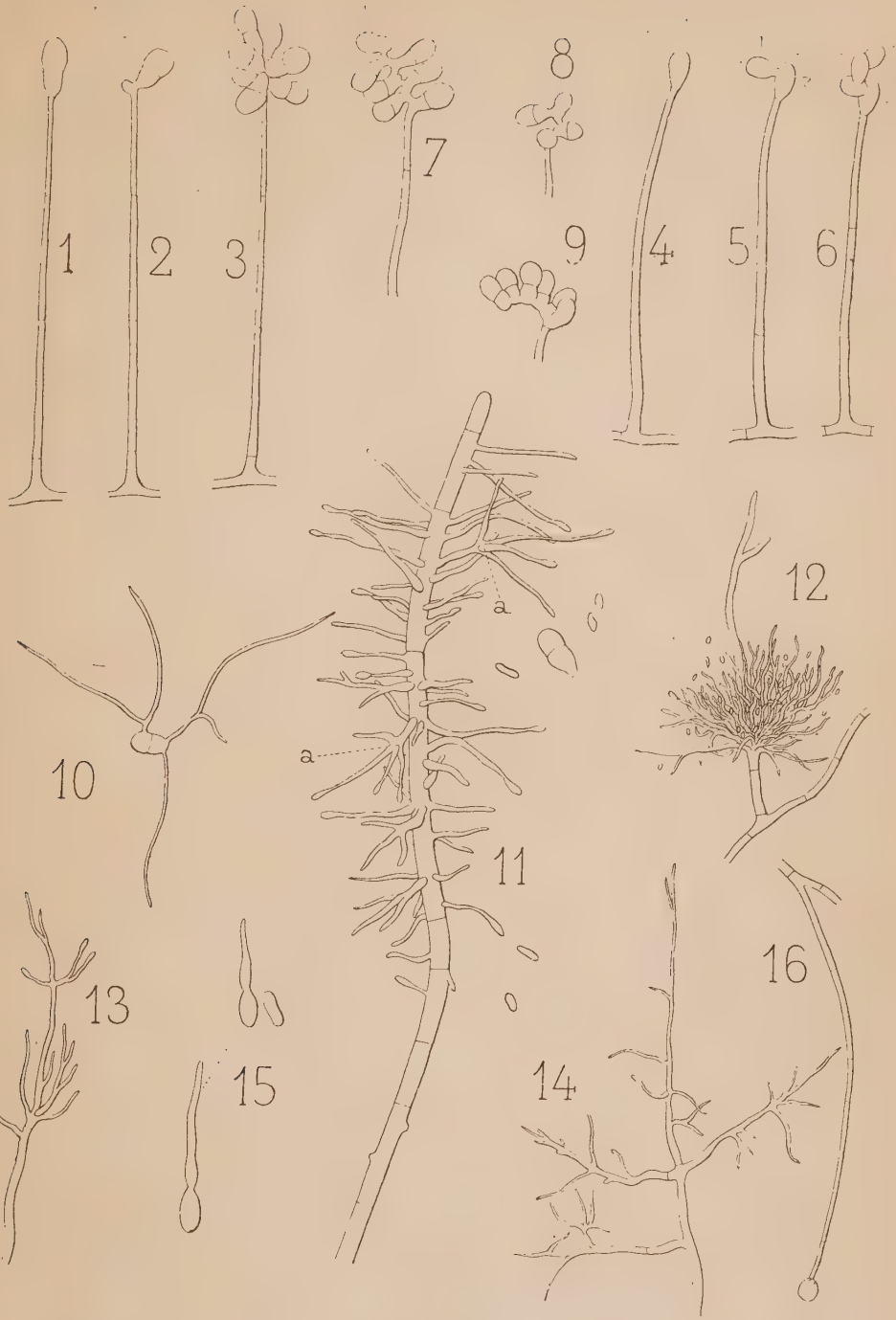






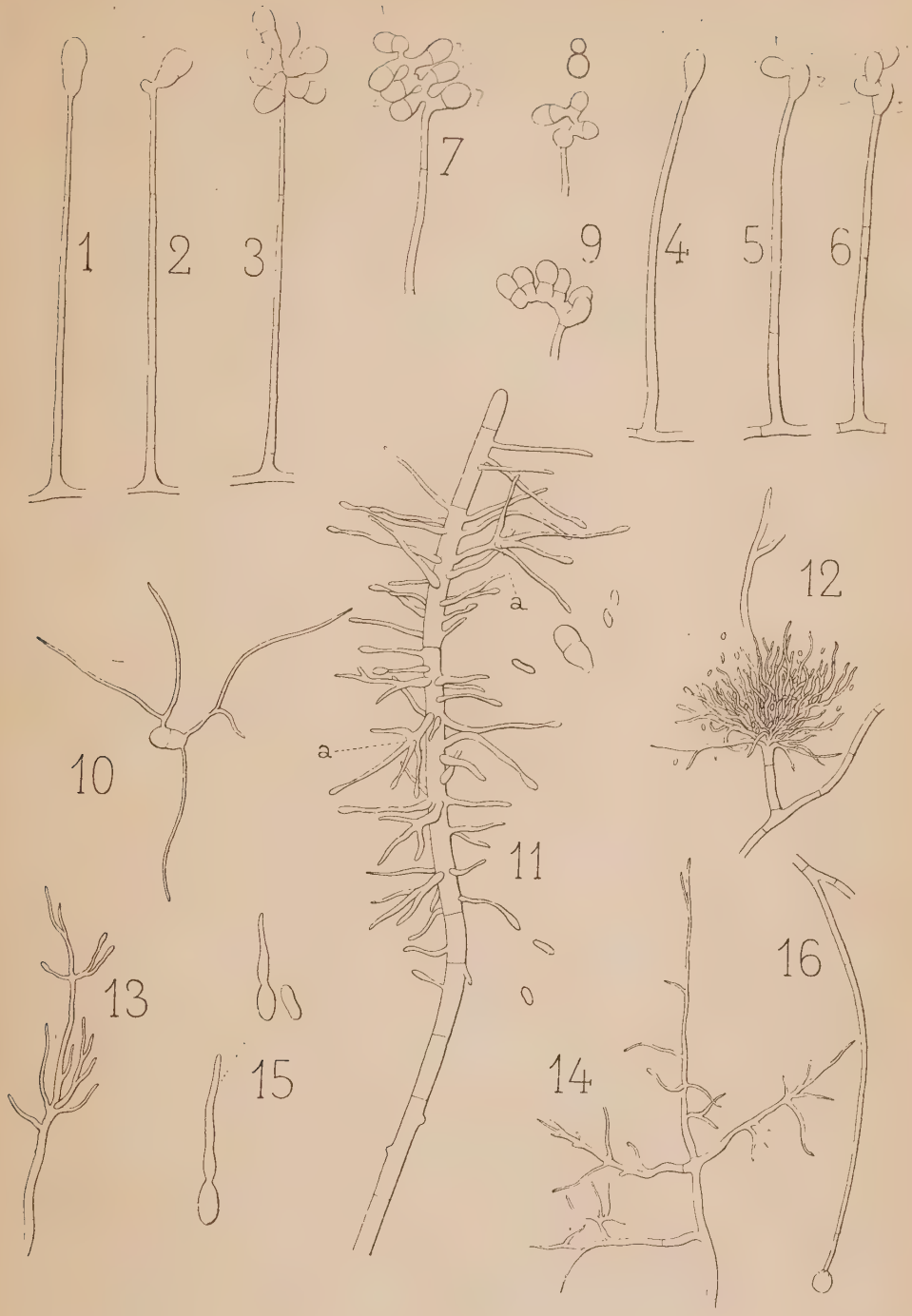
L. Matruchot del. Éd. Crété. imp. Viton sc.

HELICOSPORIUM LUMBRICOIDES.



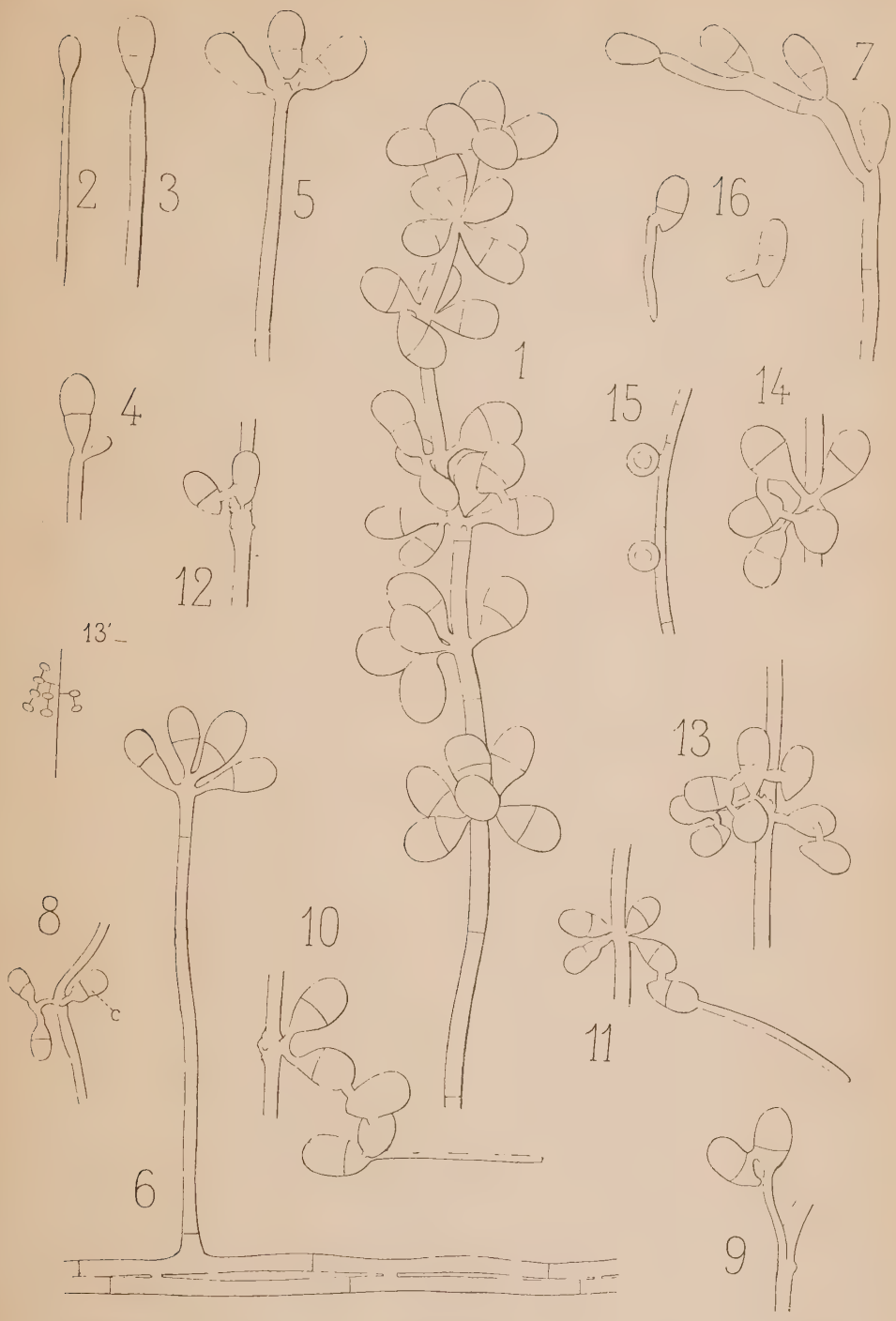
L. Matruchot del. Éd. Crétr. imp. Vitou sc.

CEPHALOTHECIUM ROSEUM.



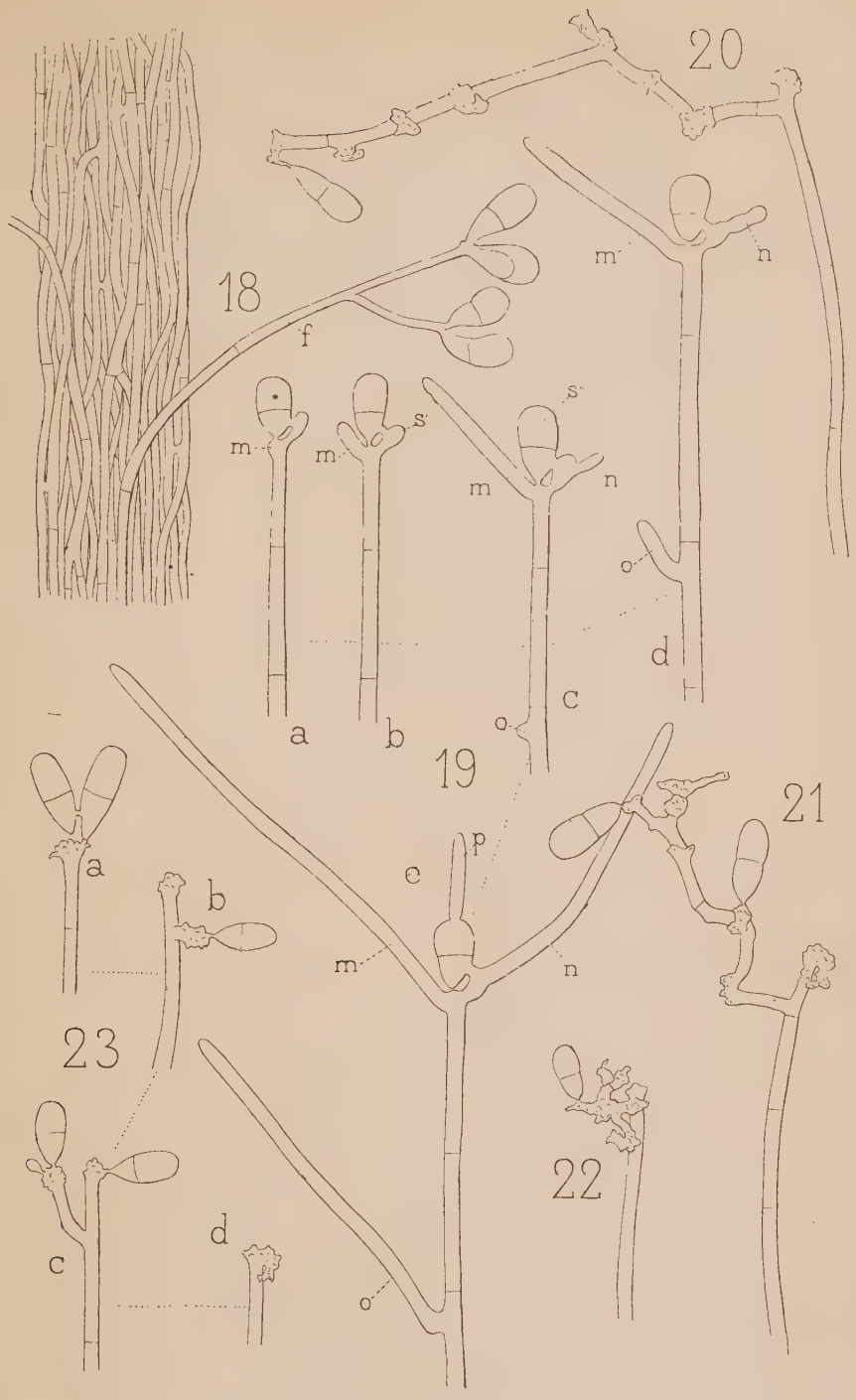
L. Matruchot del. *Éd. Crété. imp.* *Vitou sc.*

CEPHALOTHECIUM ROSEUM.



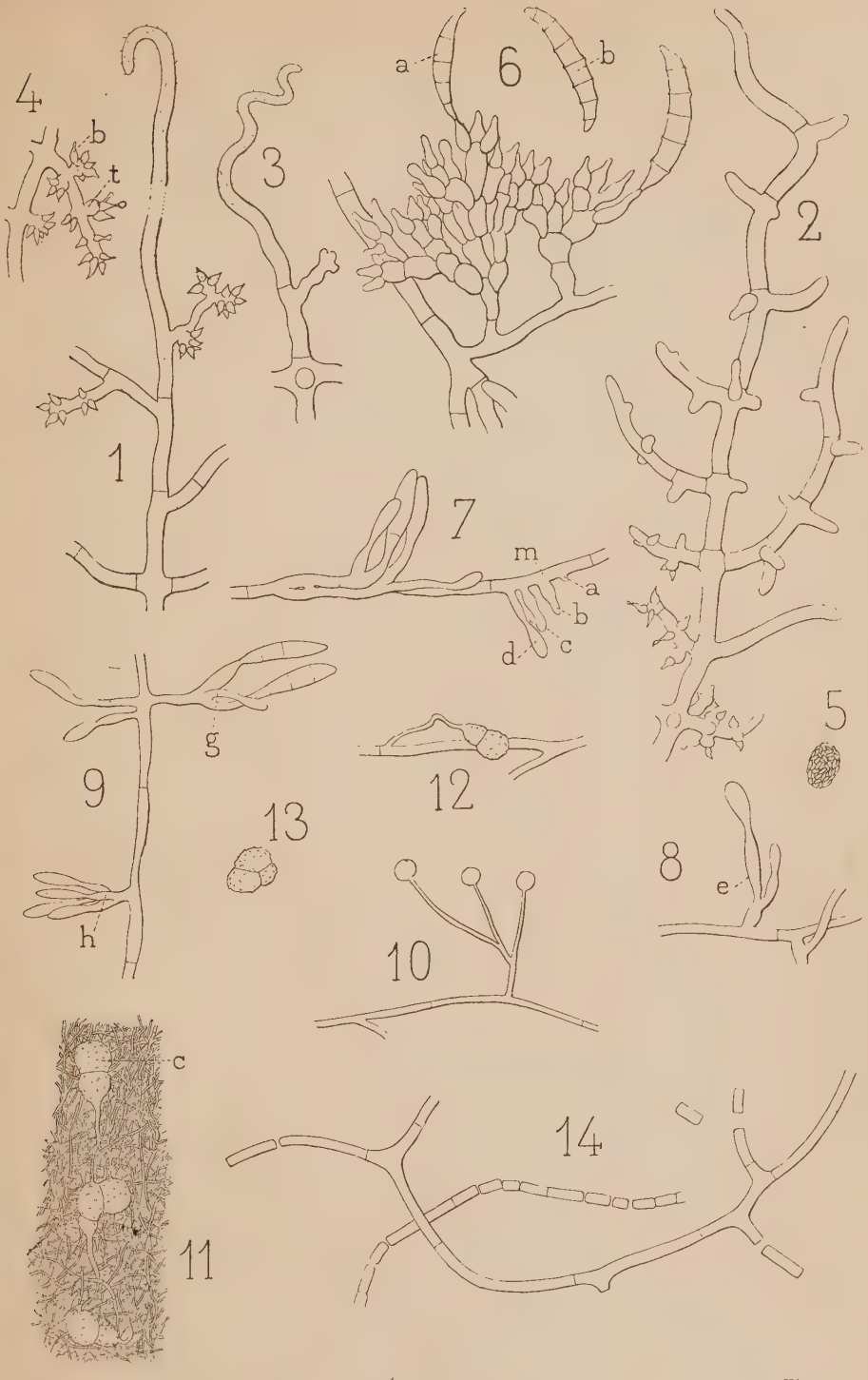
L. Matruchot del. Éd. Crété. imp. Vitou sc.

ARTHROBOTRYS SUPERBA.



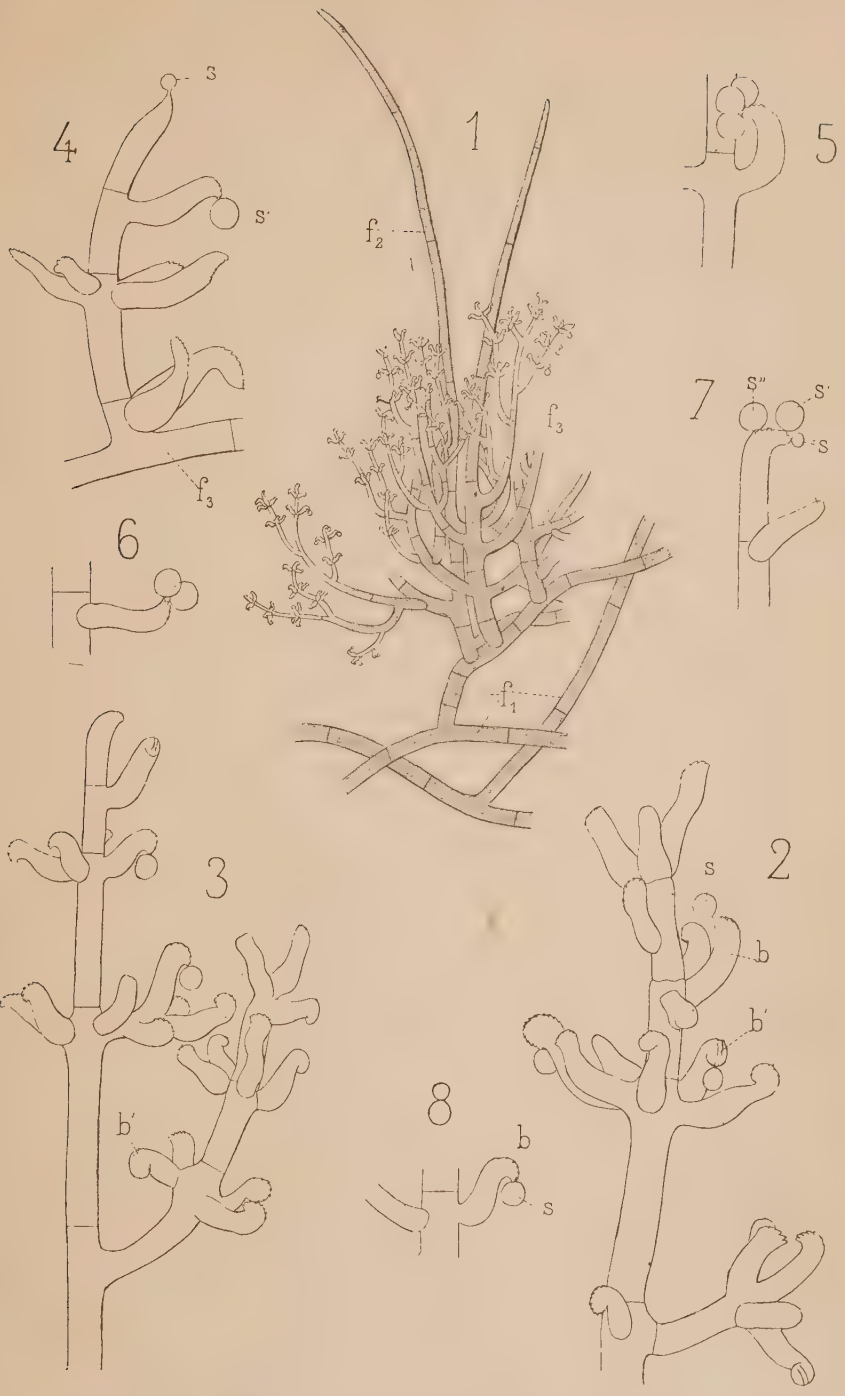
L. Matruchot del. Éd. Crété. imp. Viton sc.

ARTHROBOTRYS SUPERBA.



L. Matruchot del. *Éd. Crété. imp.* *Vitou sc.*

BOTRYOSPORIUM HAMATUM (1-5).
FUSARIUM POLYMORPHUM (6-14).



L. Matruchot del. Éd. Crété. imp Viton sc.

COSTANTINELLA CRISTATA.